REGIA UNIVERSITÀ DI TORINO
FACOLTÀ DI LETTERE E FILOSOFIA

Prof. KIESOW FEDERICO

CORSO DI Psicologia Sperimentale

Lezioni raccolte da S. C.

Anno Accademico 1919-20

TORINO
Lib. Politecnica ed Universitaria
A. PEROTTI
Via S. Francesco da Paola. 36
1920

PARTE I

a) Nozioni Generali

La psicologia è la scienza che studia i fenomeni psichici e cerca le leggi che governano detti fenomeni. Essa abbraccia due grandi di studio: la psicologia individuale e la psicologia dei popoli. Queste si dividono a loro volta in parecchi campi speciali, nei quali la ricerca, utilizzando mezzi adatti e discipline ausiliarie mira a determinati scopi. Ma tutto il multiforme lavoro che si compie nell'ambito della scienza psicologica per raggiungerli, concorre in ultima analisi all'unico grande compito di spiegare i fatti della coscienza umana, come si verificano nella vita del singolo individuo e nelle produzioni spirituali di intere collettività, cioè di comprenderli nel loro nesso causale.

La Psicologia individuale si dice pure *sperimentale* in quanto si serve dello sperimento ed applica nelle sue ricerche, fin dove è possibile, misura e calcolo. Che cosa significhi l'aggettivo *sperimentale* già lo sappiamo dallo studio delle scienze della natura, le quali, prime, per merito del nostro Galilei, vollero l'indagine poggiata sullo sperimento, vollero cioè che lo scienzato, che indaga, tenga sopratutto conto delle condizioni sotto le quali la sua osservazione si compie, condizioni che si possono variare o mantenere costante a volontà e dalle quali dipendono i risultati ottenuti. Non altrimenti si opera in psicologia

dove, benchè l'autoosservazione rappresenti la base di ogni ricerca psicologica, tuttavia non può condurre a risultati esatti, se non quando viene controllata dallo sperimento, dato il continuo flusso dei fenomeni psichici. Ma mentre nelle scienze naturali i fenomeni sono considerati in una indipendenza completa dal soggetto, che li studia, in psicologia gli stessi fenomeni sono considerati in relazione diretta col soggetto, che li studia.

La psicologia individuale poi, come del resto tutte le altre scienze, ha dei limiti, ch'essa non deve variare senza mutare la sua forma ed i suoi scopi. L'indagine della psicologia individuale o sperimentale conduce senz'altro nei vari campi della Psicologia dei popoli, i cui argomenti principali sono le grandi manifestazioni dell'anima collettiva, cioè il linguaggio, il mito ed il costume, manifestazioni che non possono verificarsi nell'anima individuale isolata.

•

• •

La psicologia viene spesso definita come scienza dell'anima, definizione che però non dà un'idea chiara e distinta, come in modo distinto e chiaro vengono definite tutte le altre scienze, ad esempio, l'anatomia, la giurisprudenza, la fisica, la chimica, ecc. Conviene quindi stabilire bene che cosa si intenda per anima. Il concetto dell'anima, il cui sviluppo si inizia già nella mente dell'uomo primitivo, non fu sempre il

medesimo nelle varie scuole e nei vari sistemi filosofici. Nel pensiero filosofico occidentale è stato della massima importanza la dottrina di Aristotele, il quale distingue prettamente tra Nous e anima, definendo quest'ultima come l'entelechia di un corpo fisico ed organico capace di vivere. Soltanto il Nous è, secondo Aristotele, immortale mentre l'anima decade colla sostanza organica del corpo alla quale è intimamente legata.

Nella filosofia moderna Cartesio accetta il Nous aristotelico, che diventa per lui l'anima umana. Questa egli considera come una sostanza, cioè un essere semplice, immortale, senza estensione, una causa sui, con sede nel corpo e cioè nella ghiandola pineale del cervello.

Negando l'anima alle piante e agli animali, e riconoscendo come anima sola la ragione umana, Cartesio immaginò due sostanze create: la materiale e la immateriale, le quali, sebbene la loro natura le obbligasse a negarsi vicendevolmente, furono da lui poste in un'azione meccanica reciproca, e ciò in conformità della sua teoria del moto posta a base dei processi della natura, e mediante l'ipotesi degli spiriti vitali.

Se ciò costituisce il lato seducente di questa teoria, deve vedersi in esso al tempo stesso anche il punto più debole, e si comprende come nel mondo scientifico dovesse provocare contraddizioni che nessun miracolo occasionalistico riuscì ad eliminare. L'anima, secondo Cartesio, non è di natura spaziale, e in fondo un punto materia

tico, ma ciononostante occupa un posto nel cervello. Una sostanza esclude l'altra: eppure l'anima immateriale prescrive la direzione agli spiriti vitali materiali, come d'altra parte riceve per mezzo di questi delle comunicazioni dal corpo e dal mondo esterno. E allora, dove se ne va l'immaterialità dell'anima?

Cartesio ha lasciato grandi problemi in eredità ai posteri. La sua dottrina provocò meditazioni e diede occasione alla costruzione di quei grandi sistemi filosofici che sono caratteristici per l'epoca che seguì. Dai due momenti che si trovano in questa dottrina, uno innegabilmente materialistico e l'altro idealistico, si sviluppavano due corrispondenti indirizzi, di cui il primo, favorito pure da Bacone in Inghilterra, passò per l'empirismo al sensualismo e da questo al materialismo del secolo XVIII, mentre l'altro, attraverso Spinoza, Leibnitz, Wolf, condusse a Kant e Fichte, per terminare poi in Hegel e suoi successori. Per quella direttiva materialistica è significante il fatto che de la Mettrie si ritenesse un Cartesiano e intitolasse "l'homme machine" la sua opera famosa; e che anche Holbach nel suo "Système de la nature" si appellasse a Cartesio. Indirettamente stanno poi in connessione con questo movimento anche le correnti materialistiche che vediamo sorgere alla metà del secolo scorso, e contro le quali appunto il Fechner diresse i suoi attacchi.

Fra queste due correnti occupa un posto speciale G. B. Vico, il quale, combattendo il cartesianismo a Napoli,

arrivò a concezioni, che in parte ricordano quelle di Leibniz. Questi cerca di colpire il materialismo, spiritualizzando la materia ed il panteismo, suddividendo la sostanza di Spinoza in una infinita pluralità di sostanze singole, **monadi**. Come tutte le monadi, anche quella dell'anima umana è, secondo Leibniz, persistente e immortale. Essa non acquista il suo sapere da di fuori – le monadi non hanno finestre – ma bensì per la sua propria attività rappresentativa. Poichè nessuna monade può influire sull'altra, è esclusa un'azione reciproca tra corpo ed anima nel senso cartesiano, come resta esclusa la continua assistenza di Dio quale la volevano gli occasionalisti. I rapporti tra anima e corpo accadono piuttosto, secondo Leibniz, in base ad un'armonia prestabilita, a norma di cui gli stati della monade dell'anima e delle monadi del corpo si comportano come orologi registrati sin da principio ad un andamento del tutto identico.

La dottrina di Leibniz trova il suo contrapposto in quella di Locke. Mentre Leibniz pensa che tutte le idee virtualiste sono innate e l'intero contenuto rappresentativo è prodotto spontaneamente dall'anima, l'empirista inglese sostiene che non vi sono affatto idee innate e che perciò ogni conoscenza deriva esclusivamente dall'esperienza. Locke, emancipandosi da ogni premessa metafisica, introduce nella indagine appunto quel momento, per cui è resa possibile una psicologia empirica. In questo senso possiamo definire Locke il novatore della psicologia.

Il movimento empiristico nella Gran Bretagna conduce poi a Hartley e Hume e più tardi ai due Mill e Bain, fondatori della cosidetta Psicologia delle Associazioni.

Entro la corrente idealistica la nostra via ci conduce da Leibniz a Cristiano Wolf e poi a Kant, Fichte, Schelling e Hegel.

Intanto s'era sviluppato entro la corrente psicologica un altro concetto dell'anima, cioè quello dell'anima attuale, ottenuto anche già nel sistema aristotelico, ma rilevato specialmente dagli empiristi inglesi. Lo troviamo pure nella filosofia di Kant, che cerca con tutti i mezzi di distruggere il concetto dell'anima sostanziale. Lo incontriamo anche nel sistema Hegeliano, benchè Hegel non si occupi di studi psicologici propriamente detti. Sotto il concetto dell'anima attuale, che è un concetto empirico e non metafisico (come quello della sostanza) si intende l'insieme di tutti i fenomeni psichici realmente esistenti e che si trovano in un continuo flusso, benchè ad ogni momento rappresentino una unità. Il termine "**anima attuale**" venne coniato da Guglielmo Wundt e da lui posto a base della Psicologia empirica. (!)

Quanto a Herbart, che era il successore di Kant a Könisberg, il suo concetto dell'anima è nuovamente un concetto metafisico. Il suo "**reale**" è pure una sostanza semplice ed indistruggibile con sede nel corpo.

Importante è anche la Psicologia di Lotze che cercò di conciliare le esigenze della scienza con aspirazioni religio-

se. Lotze parla dell'anima come sostanza, ma soltanto nel senso di un "*titolo*", il quale conviene, secondo lui, a tutto ciò che è capace di agire, di patire, di subire diversi stati e di affermarsi nel mutamento di questi come unità persistenti. Riassumendo tutto ciò che Lotze dice circa la natura dell'anima, il suo concetto appare, dal punto di vista pratico, non molto diverso da quello dell'anima attuale.

Nel tempo antico troviamo il principio dell'attualità psichica specialmente nel sistema aristotelico. Nel tempo moderno lo troviamo in Hume, come pure in Kant e nei suoi successori. Anche nel sistema di Fechner, amico intimo di Lotze di cui era stato maestro, incontriamo questo principio. Egli pure parla del continuo flusso e cambiamento del contenuto della coscienza. Ciò che troviamo di fisso in essa, dice Fechner, sono le leggi alle quali questo mutamento ubbidisce.

Dopo Wundt molti altri psicologi si sono pronunciati in favore del concetto dell'attualità dell'anima. A norma di tale concezione lo psichico è, per ricordarlo ancora una volta, immediata realtà, non fenomeno, un continuo accadere, niente di assolutamente stabile, benchè sempre dato come un tutto connesso.

•

• •

Dopo quanto fu esposto, non dovrebbe riuscire difficile trovare per la nostra scienza(1) una definizione conforme al

---

(1) Ricordiamo che tutte le scienze si dividono in due grandi categorie: scienze formali e scienze reali. Le formali sono le scienze matematiche; le reali tutte le altre. Queste a sua volta si dividono in scienze dello spirito e in scienze della natura. A base delle scienze della natura sta la fisica; a base delle scienze dello spirito sta la Psicologia.

suo scopo. La si può naturalmente sempre definire come la scienza dell'anima, ciò che il nome psicologia realmente significa, ma dobbiamo tener conto dell'interpretazione data a questo concetto. Con maggior esattezza la si può definire come la scienza delle funzioni della coscienza; ma se vogliamo distinguere la psicologia dalla scienza della natura, dovremo definirla come la scienza dell'esperienza esterna e della conoscenza mediata. Non si deve però perdere di vista che in queste definizioni non si tratta di esperienze in sè diverse, ma soltanto di diversi punti di vista assunti dalle suddette scienze di fronte all'esperienza che è in realtà una sola, in qualunque campo di lavoro essa venga acquisita. Se per la scienza della natura tutto è fenomeno di un essere trascendente la materia, la psicologia invece ha da fare colla realtà della vita psichica stessa, cioè coll'anima attuale.

Psicolog
Psico fisica
Fisica

Da tutto quanto si è detto consegue che tra la psicologia e le scienze naturali, per es. la fisiologia, esiste un territorio di confine, che, con significato più ampio dell'espressione introdotta da Fechner, si può chiamare quello della psicofisica. È il campo che abbraccia tutte le questioni che riguardano il rapporto tra corpo ed anima ed in cui rientrano tutte quelle speciali condizioni anatomico-fisiologiche, che formano il fondamento della nostra vita spirituale. Noi non siamo degli spiriti senza corpo: che anzi, le funzioni psichiche sono legate a processi dell'organismo fisico. Solo non si deve dimenticare che con ciò non sostena-

mo affatto che le funzioni corporee siano le cause di quelle psichiche: un tale errore ci farebbe piombare in pieno materialismo. Naturalmente la psicologia astrae in questo campo ausiliario da tutte quelle funzioni dell'organismo che per essa non hanno valore alcuno. Essa prende in considerazione solo quei fenomeni vitali, con cui procedono paralleli ai processi psichici. In questo senso la fisiologia diventa una disciplina ausiliaria della psicologia, ma a sua volta anche la psicologia rappresenta un campo ausiliario per la fisiologia, in quanto anche questa disciplina, nello studio di un gran numero di funzioni, deve tener conto dei fatti di coscienza che le accompagnano. Se dunque nel campo psicofisico la fisiologia in molti casi coopera colla psicologia, lo scopo a cui ciascuna di queste scienze mira, è diverso. È perciò erroneo designare questo campo ausiliario della nostra scienza "Psicologia fisiologica", come se a quest'ultima spettasse il compito di spiegare i fatti psichici mediante funzioni fisiologiche.

astrae

Fenomeni vitali

Scopo diverso

Se moviamo alla ricerca del principio che guida la psicologia nella trattazione di questi problemi, è chiaro che esso non può essere se non quello del "parallelismo psicofisico". Ma siccome questo principio, dopo Cartesio, è apparso in due forme: una metafisica ed una empirica, di cui la prima presuppone il concetto della sostanza, mentre la seconda s'appoggia su quello della attualità dell'anima, si comprende che la psicologia empirica può accettare il detto principio soltanto nella sua forma empirica.

nella quale vengano indicati anche i limiti, entro i quali esso ha valore. In questo senso il parallelismo psico-fisico non assume il carattere di un principio di spiegazione nel vero senso del termine, ma piuttosto quello di un principio euristico, cioè di una massima che ci guida nello studio del rapporto tra anima e corpo, empiricamente dati come unità, perchè, se da una parte sostiene che a processi psichici di natura elementare (che stanno a fondamento dell'intera vita psichica) corrispondono processi fisiologici, d'altra parte non ammette che questi due ordini di processi siano identici e che gli uni possano essere trasformati negli altri. È evidente che il principio in questione così formulato non può abbracciare funzioni dell'organismo, alle quali non corrispondono funzioni psichiche e non può neppure senz'altro ammettere che a fatti psichici che risultano da processi di combinazione e di relazione corrispondano speciali processi fisici. Limitando la validità del parallelismo psicofisico in tal maniera ci rimane la possibilità di stabilire delle leggi psichiche speciali, in base alle quali la vita psichica ed il suo sviluppo diventano comprensibili.

6. La coscienza in generale e le sue condizioni

Abbiamo detto che oggetto di studio della Psicologia sperimentale sono i fatti psichici, il contenuto della coscienza. Quanto al termine "coscienza" non è pos.

sibile dare ad essa una definizione precisa, poichè ogni definizione della coscienza diventerebbe una tautologia. Possiamo solo dire che essa è costituita dall'insieme dei singoli fatti psichici presenti. Tutto ciò che si può fare è di stabilire esattamente le condizioni sotto le quali la coscienza è possibile. Tali condizioni possiamo dividere in due categorie: condizioni psichiche e condizioni fisiche e anatomico-fisiologiche.

fisiche anatomiche fisiologiche

Quanto alle prime, cioè le condizioni psichiche, basta per il momento ricordare che è necessario sia presente qualche cosa di psichico, cioè di conscio (l'inconscio non è considerato dal Prof Kiesow come un fatto psichico). Ove incontriamo una sola sensazione, vi è già coscienza. Questa sarebbe quindi l'insieme di tutte le cose conscie. Facendo l'analisi del contenuto della coscienza arriviamo a due categorie di elementi psichici: le sensazioni da una parte ed i sentimenti semplici dall'altra. L'intero contenuto poi della coscienza si può dividere in due parti: il lato oggettivo e quello soggettivo.

Vè coscienza

Lato { og. e sog

Al lato oggettivo troviamo le sensazioni e le rappresentazioni più o meno complicate; al lato soggettivo stanno i sentimenti semplici, i sentimenti composti, le emozioni e gli atti di volere.) Tutti questi fenomeni sono formazioni psichiche a base delle quali sta il processo della fusione psichica. Oltre alle dette formazioni psichiche, studieremo più tardi le connessioni psichiche, cioè i processi associativi e quelli appercettivi. Non bisogna però credere che le dette funzio-

ni si trovino isolate nella coscienza. Esse sono in realtà sempre combinate tra di loro; ed è per i diversi scopi di studio che noi cerchiamo di isolarle per mezzo dello sperimento.

Quanto alle condizioni fisiche ed anatomico-fisiologiche della coscienza bisogna ricordare che non siamo spiriti senza corpo ed abbiamo quindi organi che funzionano in seguito ad uno speciale eccitamento. Così noi incontriamo per ogni categoria di sensazioni, speciali organi o apparecchi sensoriali. Ogni apparecchio sensoriale consiste di tre parti: organo periferico, nervo e centro: quest'ultimo si trova nella corteccia cerebrale.

L'organo periferico è quello che riceve lo stimolo esterno (condizioni fisiche), cioè una speciale forma di energia, (la quale può essere di natura meccanica, elettrica, termica, chinetica, chimica) stimolo esterno, che si trasforma poi in uno stimolo interno. Gli stimoli interni dividiamo in due categorie: stimoli adeguati e stimoli inadeguati. Gli stimoli adeguati sono quelli ai quali i vari organi sensoriali si sono adattati durante il loro sviluppo; gli stimoli inadeguati sono tutti gli altri. È facile che uno stimolo adeguato arrivi alla sua destinazione, mentre gli organi sono in modo speciale protetti contro gli stimoli inadeguati (pensiamo all'occhio, che è posto nell'orbita; all'orecchio interno che si trova nella parte retriva dell'osso temporale ecc). Se però uno stimolo inadeguato riesce a colpire un organo qualsiasi, la sensazione che nasce è sempre la medesima (legge dell'energia

specifica)

Per esempio uno stimolo inadeguato è per tutti i vari organi lo stimolo elettrico, per il quale l'organismo umano non possiede un organo speciale[1]

Così l'insieme dell'organo sensoriale rappresenta le condizioni anatomico-fisiologiche per lo sviluppo della sensazione. Senza un tale apparecchio non si possono avere sensazioni.

Bisogna però distinguere tra sensazioni che si hanno per eccitamento periferico e sensazioni centrali o riprodotte. Per sensazioni centrali o riprodotte intendiamo quelle sensazioni che si hanno senza l'eccitamento dell'organo periferico. La sensazione centrale però non può nascere, vale a dire, una sensazione non può riprodursi, senza che essa non sia sorta prima in noi per eccitamento periferico. (Esempio nei ciechi: il cieco nato non ha mai sensazioni visive riprodotte, mentre, una persona diventata cieca dopo un certo numero di anni con vista normale ha, nei suoi sogni, sensazioni visive assai vivaci).

Quanto al nervo che connette l'organo periferico col centro, esso non consiste di una sostanza omogenea, ma rappresenta un insieme di fibre che alla loro volta si compongono di fibrille.

I vari centri sensoriali si trovano, come fu già detto,

---

[1] Ricordiamo l'eccitamento dell'apparecchio visivo, per mezzo della corrente elettrica. Il dispositivo è il seguente: una sorgente elettrica, un interruttore, due elettrodi. Applicando i due elettrodi alla tempia in modo che alla chiusura dell'interruttore, la corrente colpisca il nervo ottico, si producono sensazioni visive.

nella corteccia cerebrale, che in certo qual modo si può consi-derare come "sede", cioè condizione anatomico-fisiologica della coscienza. Il cervello come tale fa parte del sistema nervoso cerebro-spinale, il quale si distingue dal sistema del gran simpatico, che per il momento non ci interessa.

Il sistema cerebro-spinale si divide in tre parti: cervello (cervello grande e cervelletto), midollo allungato e midollo spinale. Nel cervello bisogna distinguere la corteccia (sostanza grigia) dai grandi gangli sottocorticali e dalla corona radiata (sostanza bianca). Quest'ultima sta tra la corteccia e i detti gangli e rappresenta appunto un insieme di fibre nervose, che connettono i grossi gangli sottocorticali alla corteccia. Del cervello parleremo più tardi in modo più esteso.

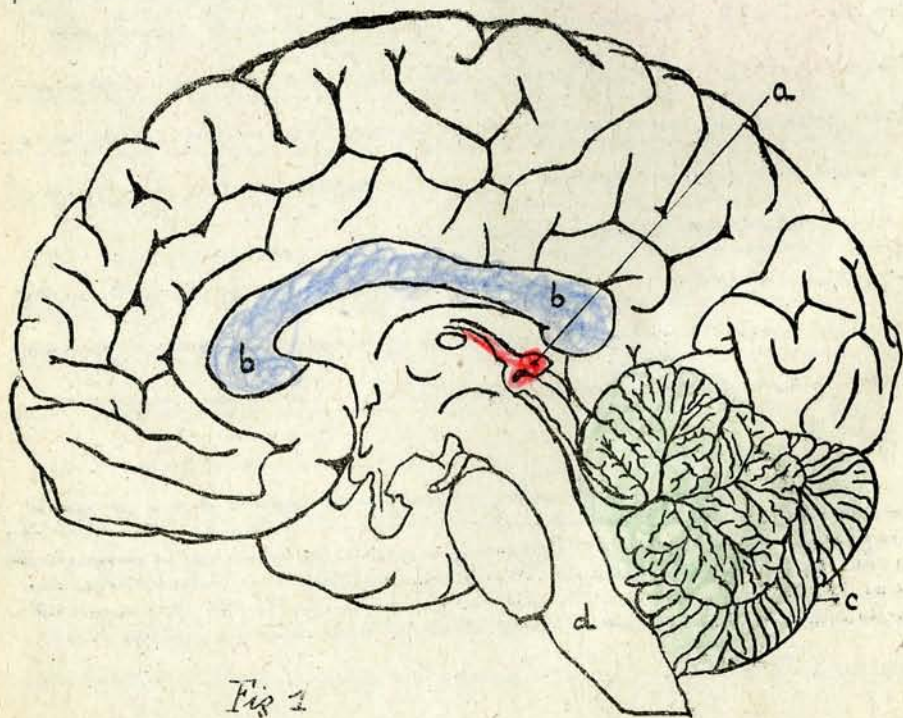



Fig 1

Per dare intanto un'idea della posizione della ghiandola pineale, che secondo Cartesio sarebbe la sede dell'anima perchè si trova una volta sola nel cervello a differenza delle altre parti che si trovano due volte, riportiamo nella fig 1 l'emisfero destro del cervello. In essa vediamo in a la ghiandola pineale; poi in b il corpo calloso che unisce i due emisferi cerebrali; in c il cervelletto; in d il midollo allungato. Per ora ricordiamo ancora che la corteccia cerebrale si divide in quattro lobi secondo le ossa del cranio: lobo frontale, lobo parietale, lobo temporale e lobo occipitale (fig. 2).

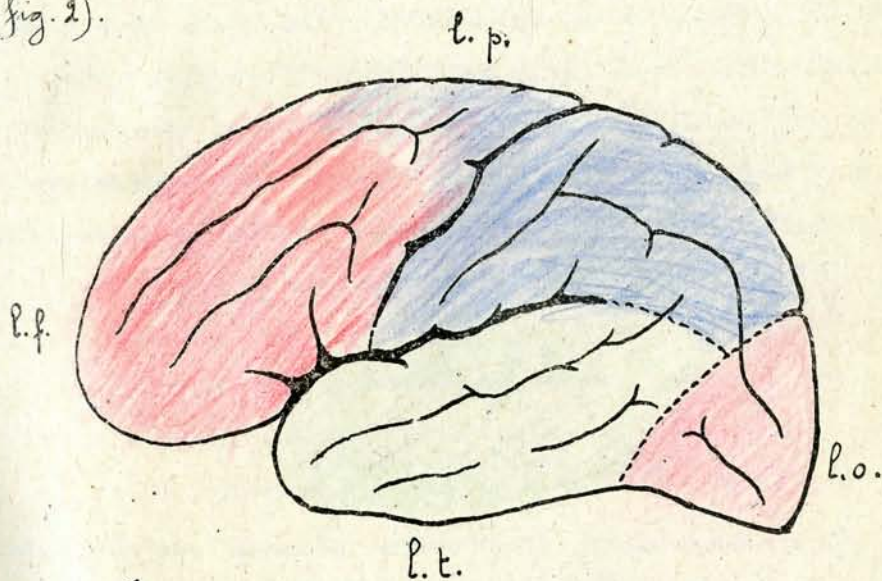



Fig 2 Faccia esterna dell'emisfero sinistro (schema) - l. f. lobo frontale; l. p. lobo parietale; l. t. - lobo temporale; l. o. - lobo occipitale.

c_ Classificazione delle sensazioni

Il Prof Kiesow respinge la teoria dei cinque sensi, che deriva dalla psicologia aristotelica. Il termine "sensus" è la traduzione latina del termine greco "aestesis". Secondo Aristotele l'anima sensitiva consiste di cinque parti: la vista, l'udito, l'olfatto, il gusto

e il tatto. Se l'occhio fosse un organo indipendente, dice Aristotele, la vista sarebbe la sua anima. I cinque sensi furono in seguito considerati come facoltà o forze dell'anima sostanziale (Wolff), cosicchè chi volesse ancora sostenere la teoria dei cinque sensi, dovrebbe pure accettare il concetto dell'anima sostanziale, che noi abbiamo respinto. Contro questa teoria parla inoltre il fatto che non tutte le sensazioni che oggidì noi conosciamo, trovano posto nel sistema dei cinque sensi. Perciò noi non parleremo di sensi, ma di diverse classi o dei varii campi di sensazioni, dividendo queste in due grandi categorie: sensazioni localizzate fuori dell'organismo (sensazioni esterne) e sensazioni che vengono localizzate dentro il corpo stesso (sensazioni interne).

PARTE II

Le sensazioni

La sensazione è, come abbiamo visto, un elemento psichico, che sta al lato oggettivo della coscienza, vale a dire; ogni sensazione viene oggettivata, cioè, non rimane nella coscienza, ma viene localizzata in un dato posto dello spazio, compreso il proprio organismo. Una sensazione non è tale se non viene localizzata; a differenza dei sentimenti, che non vengono oggettivati, ma che rimangono nella coscienza. In qualsiasi sensazione distinguiamo

inoltre una qualità ed un dato grado di intensità. Per esempio: in un suono semplice, l'acutezza rappresenta la sua qualità, che si può avere in vari gradi di intensità: piano, forte, fortissimo, ecc; in una sensazione luminosa, il colore, il bianco, il grigio, ecc, sono le sue qualità, mentre la vivacità colla quale la sensazione si impone, rappresenta il suo grado di intensità. Tanto per la qualità, quanto per i vari gradi di intensità occorrono, in ogni campo sensoriale, condizioni speciali dello stimolo."

gradi di intensità della stessa qualità

Il rapporto tra l'intensità di una sensazione e lo stimolo stabilisce la "psicofisica" propriamente detta, di cui è fondatore Teodoro Fechner. Molti sono di parere che fosse stata intenzione di Fechner, di creare una psicologia scientifica nel senso in cui noi oggi la possediamo, ma non è affatto così. Fechner stesso, coi suoi lavori psicofisici si propose un tutt'altro scopo. Codesti lavori sono in stretta relazione con la concezione filosofica da lui ideata per trovare una conciliazione tra scienza e fede, e da lui contrapposti al pensiero materialistico allora dominante. Ora, poichè nè la sua opera filosofica principale ("Zend-Avesta") nè gli altri suoi scritti filosofici erano stati presi sufficientemente in considerazione, egli mutò il suo metodo di combattimento e pubblicò la sua "Psicofisica", a cui aveva lavorato per dieci anni con tutti i mezzi ausiliari della matematica e della scienza naturale, e di cui poteva sperare che non

sarebbe trattata con indifferenza. Difatti la Psicofisica di Fechner destò grande impressione e suscitò vivaci discussioni, senza che però venisse da tutti riconosciuto il vero fine che egli si proponeva con quest'opera. Kurd Lasswitz, biografo del Fechner, paragona questo lavoro alla scoperta dell'America. Come Colombo salpò per trovare la via alle Indie, e non vi riuscì, ma con ciò fece maggiore scoperta, cioè di un continente nuovo e vastissimo, così Fechner scoprì, nel suo sforzo di determinare esattamente i rapporti tra anima e corpo, una nuova scienza: la psicologia sperimentale; e Lasswitz aggiunge: "È questo il suo merito immortale, la cui intera grandezza sarà riconosciuta soltanto dalla posterità." Wundt nel valutare i metodi di misura di Fechner accenna alla terza legge di Kepler: i quadrati dei tempi di rivoluzione di due pianeti si comportano come i cubi delle loro distanze dal sole. E aggiunge: come nelle sue speculazioni Kepler era guidato da idee fantastiche e nelle sue leggi, che più tardi divenne base della teoria della gravitazione, vedeva soltanto una parte della sua mistica armonia dell'universo, così, nella soluzione del compito propostosi, anche Fechner era guidato da idee metafisiche e vide nelle sue determinazioni psicofisiche solo dei mezzi per far valere quelle idee. Ed è proprio con questi mezzi, di cui lo stesso Fechner non apprezzò abbastanza la portata che egli spianò la via alla indagine esatta della vita psi-

chica. Poco invece lo interessarono questioni psicologiche particolari che per noi oggi sono di sommo valore. Le preferenze del suo pensiero erano per l'edificio psicofisico del mondo, per il rapporto in cui la coscienza individuale sta con quella universale, ed altri problemi siffatti. La psicologia di Fechner rimase un capitolo della sua filosofia, la quale, in fondo un idealismo oggettivo, si può pure designare come dottrina dell'identità: corpo ed anima sono, secondo Fechner, due modi di manifestarsi dello stesso essere, così come i lati esterno ed interno di un cerchio rappresentano i componenti indispensabili di una figura geometrica, o come il mondo copernicano e quello tolemaico sono due manifestazioni dello stesso sistema solare a seconda che venga considerato dal sole o dalla terra. E come quei due lati non possono essere osservati simultaneamente che da un punto situato fuori del piano del cerchio, così anche per lo studio del rapporto in cui l'anima sta col corpo diventa necessaria, secondo Fechner, una scienza speciale, la Psicofisica, che egli divide poi in Psicofisica esterna (rapporto tra fenomeno psichico e stimolo) e Psicofisica interna (rapporto tra fenomeno psichico e attività psicofisica)

Da quanto fu esposto si comprende come la Psicologia di Fechner, se di una tale si vuol parlare, doveva esaurirsi con la dimostrazione della legge psicofisica. Ripetiamo non essere stato proposito di Fechner di creare una psico-

logia scientifica in senso vero e proprio. Tale compito era riserbato a Guglielmo Wundt, il quale, partito come Fechner, dalle scienze della natura, lo superò di molto dal punto di vista filosofico e psicologico, creando alla nostra scienza una base sicura mediante la fondazione di un laboratorio psicologico.

Le differenze d'intensità delle sensazioni.

Le leggi di Weber e di Fechner

Le forme energetiche esterne riescono stimoli efficaci soltanto entro confini determinati. La coscienza ha cioè dei limiti. Così per percepire uno stimolo come sensazione bisogna che sia di una data intensità. Il limite minimo d'intensità che è necessario per ottenere la sensazione, dicesi soglia dello stimolo. Qualsiasi aumento minimo dello stimolo capace di essere avvertito dicesi soglia di differenza. L'aumento di uno stimolo è percepito però soltanto fino ad un certo limite, oltrepassato il quale, non lo si avverte più. Questo limite massimo si dice vertice dello stimolo.

Limiti

Noi possiamo affermare in generale, che coll'intensità dello stimolo cresce - entro i detti limiti - la sensazione, ma non (proporzionalmente) adesso, di guisa che, quando

in proporzione semplice

lo stimolo sia doppio o triplo, doppia o tripla sia anche l'intensità della sensazione. Infatti la comune osservazione dimostra che uno stesso stimolo è avvertito più o meno, o non è affatto percepito, secondo le condizioni in cui avviene la percezione. Nel silenzio della notte noi percepiamo il tik-tak dell'orologio, mentre nel rumore del giorno non percepiamo talora la voce di chi ci parla. Noi vediamo le stelle di notte, non le vediamo durante la luce intensa del giorno, ecc.

L'intensità di una sensazione non cresce proporzionalmente all'intensità dello stimolo, ma molto più lentamente. Per determinare più esattamente il rapporto quantitativo tra lo stimolo e la sensazione, bisognerebbe poter misurare l'intensità di questa nel modo stesso come misuriamo l'intensità di quello (C.G.S). Essendo impossibile questa misura diretta della sensazione, l'unica cosa che noi possiamo fare per avvicinarci alla soluzione del problema, è di determinare la soglia di differenza, vale a dire, di quanto è necessario accrescere l'energia dello stimolo per avvertire chiaramente un aumento d'intensità della sensazione. [perché nasca una sensazione differente da quella che lo stimolo prima produceva.]

Il primo a tentare queste determinazioni fu Ernesto Enrico Weber nel 1831. Saggiando il potere discriminativo della sensibilità cutanea-muscolare ecc. egli pervenne ad un risultato che sorprende per la sua semplicità: la differenza tra due sensazioni si percepisce

uguale quando il rapporto tra i vari stimoli rimane costante.

E il Weber si fermò qui.

Il Fechner si valse dei fatti trovati dal Weber per arrivare ad una misura esatta delle sensazioni, e portò così un grande contributo allo studio della Psicologia. Egli diede a questi fatti una espressione matematica parlando della legge psicofisica o legge di Weber. L'espressione matematica della legge di Weber è secondo Fechner la seguente

$$d\gamma = K \frac{d\beta}{\beta}$$

in cui $d\gamma$ rappresenta la differenza minima tra due sensazioni, $d\beta$ la differenza minima tra due stimoli, β lo stimolo (che si aumenta o diminuisce), e K una costante dipendente dalle unità scelte per γ e β.

Fin qui abbiamo soltanto l'espressione matematica di un fatto esclusivamente empirico. Partendo da questi fatti il Fechner considera la detta formula come formula psico-fisica fondamentale. Affermando poi che ogni sensazione consiste di sensazioni minime nel medesimo modo in cui l'energia di uno stimolo si compone di energie minime, il $d\gamma$ diventa per il Fechner una sensazione minima, vale a dire appena percettibile, cosicchè una sensazione γ è la somma di tutte le sue parti cioè di tutti i $d\gamma$. Così egli trova delle grandezze matematiche colle quali è possibile di fare calcoli.

Per mezzo del calcolo integrale, che esige l'applicazione del logaritmo naturale, dalla formula fondamentale $(d\gamma = K\frac{d\beta}{\beta})$ fa derivare la formula di misura che suona così: $\gamma = k \log(\beta : \delta)$. In questa formula γ significa la grandezza della sensazione, k una costante, β la grandezza dello stimolo e δ il valore di soglia dello stimolo. Questa formula è l'espressione matematica della legge di Fechner, la quale dice: $\gamma = \log.\beta$, cioè la sensazione è proporzionale al logaritmo dello stimolo, o in altre parole: l'intensità dello stimolo deve crescere secondo una progressione geometrica, perchè la sensazione aumenti secondo una progressione aritmetica.

Questa legge si può dimostrare col seguente diagramma (fig. 3), nel quale le divisioni della linea d'ascissa rappresentano la serie delle sensazioni, mentre le ordinate rappresentano gli stimoli e le loro differenze. La linea che unisce le estremità libere delle ordinate, è come si vede, una linea logaritmica.

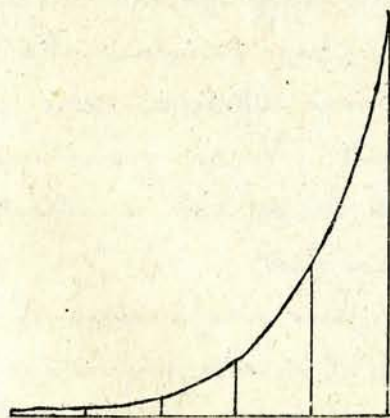



Fig. 3.

ordinata - linea.

ascissa linea delle y

Si comprende senz'altro che la legge di Fechner contiene delle affermazioni non ancora comprese nella legge di Weber. Il Fechner esce quindi colle sue affer-

mazioni dal campo empirico, cosicchè la sua legge acquista un carattere piuttosto metafisico.

Per dimostrare l'attendibilità e il valore della sua legge, Fechner fece moltissime ricerche elaborando metodi speciali, detti: metodi psicofisici. Di tali metodi acquistano un valore permanente: il metodo delle variazioni minime, il metodo degli errori medi e il metodo dei casi giusti e falsi. Il metodo più comune è quello delle variazioni minime che serve anche per determinare i vari valori di soglia assoluta, ovvero della soglia dello stimolo.

Quanto all'interpretazione della legge psicofisica, il Fechner credeva di aver trovato il ponte che dal lato fisico conduce senz'altro al lato psichico. Questa interpretazione però non regge, perchè ad essa si oppongono fatti che la contraddicono. Da un grandissimo numero di ricerche fatte in proposito per merito di molti autori, risulta che la legge ha un valore soltanto per un tratto medio. Avvicinandoci alla soglia o al vertice dello stimolo, le varie differenze degli stimoli ($\frac{d\beta}{\beta}$) non sono più costanti. Vi si oppone inoltre l'innegabile fatto che al di là del vertice dello stimolo, l'aumento non si percepisce più.

Il ponte resta poi tagliato anche al punto della soglia dello stimolo, perchè al disotto di questo valore la percezione non è più possibile, quantunque il Fech-

ner parli qui di sensazioni negative, dovute a processi nervosi, che si svolgono in corrispondenza della legge psicofisica.

Un'altra interpretazione è quella fisiologica. Secondo questa interpretazione si suppone che la causa delle differenze dette, stia nella sostanza nervosa, in quanto l'eccitamento prodotto in quest'ultima non è proporzionale alla intensità dello stimolo ma si sviluppa più lentamente, cioè, secondo il logaritmo di esso.

Un ultima interpretazione è quella psicologica. Wundt
Questa interpretazione non fa derivare la legge in questione nè dall'azione reciproca tra il fisico e lo psichico, nè da speciali processi nervosi, ma da quei processi psichici che si sviluppano durante il confronto tra due sensazioni. La legge diventa così una legge della relatività dei fatti psichici, ovvero una legge dell'appercezione, della quale parleremo più tardi.

Le sensazioni visive.

1. Condizioni fisiche: stimolo esterno.

Lo stimolo adeguato per le sensazioni visive è un movimento ondulatorio di una materia imponderabile che si chiama etere, o, come si vuole oggidì, un movimento ondulatorio degli elettroni, di cui è pieno il mondo intero. L'etere o gli elettroni non è che si spostino per dare lo stimolo ma vengano scossi come l'acqua tranquilla di un lago, quando in essa viene gettato un sasso. Questo dà origine ad una infinità di onde circolari che si propagano sino alla riva. Di questa teoria, che si dice dell'ondulazione, e che vige tuttora, fu iniziatore l'olandese Huygens (1690) il quale combattè l'ipotesi del Newton (1672), secondo il quale dalla sorgente luminosa partono degli atomi di luce, i quali, a seconda delle loro qualità, colpendo l'occhio, danno origine alle sensazioni visive. La Teoria del Newton si dice teoria dell'emmissione

Le onde dell'etere, come quelle dell'acqua sono trasversali e per onda intendiamo il tratto compreso fra il principio della parte ascendente di essa e la fine della parte discendente, come risulta dalla fig. 4, in cui AB rappresenta la lunghezza d'onda ed s, s' l'onda stessa. Dalla lunghezza d'onda di-

pende la qualità della sensazione visiva; l'intensità di questa invece dipende dall'ampiezza dell'onda stessa.

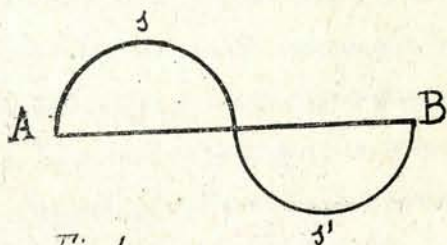



Fig 4.

La frequenza delle vibrazioni eteree oscilla da 412 a 790 bilioni al minuto secondo e la lunghezza d'onda è compresa tra 760 a 340 millesimi di millimetro. Queste rapidissime vibrazioni eteree penetrando attraverso i mezzi trasparenti dell'occhio, eccitano gli elementi sensitivi terminali della retina e in grazia della meravigliosa struttura dell'occhio noi siamo capaci di avvertire la luce acromatica e i vari colori.

2° Soglia dello stimolo e soglia di differenza

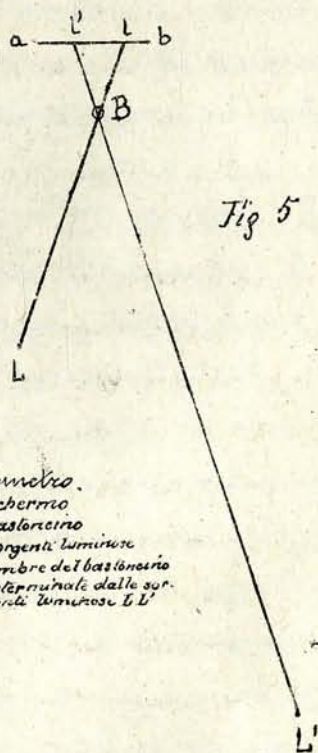
È impossibile stabilire esattamente la soglia assoluta per l'occhio poichè questo è sempre eccitato inadeguatamente dalla corrente sanguigna che lo attraversa, dai movimenti stessi del bulbo oculare ecc. Cosicchè per quanto si adoperi uno stimolo minimo, questo è sempre sorpassato in intensità dallo stimolo inadeguato che risiede nell'occhio stesso. E che l'occhio sia sempre eccitato possiamo osservare quando teniamo gli occhi chiusi in una camera buia. Allora noi non vediamo l'assoluta mancanza di luce, cioè il nero, ma vediamo sempre

davanti a noi come una nebbia oscura. Però, nonostante la difficoltà immensa che si prova nello stabilire la soglia assoluta per l'occhio, molti scienziati, fecero studi speciali al riguardo e p. es. l'Aubert asserì che l'occhio normale è capace di percepire una luce un milione di volte più debole della luce ordinaria del giorno. Langley determinò il minimo percettibile per ciascun colore e trovò per es. che il verde è percepito quando la sua intensità è appena di $1/100.000.000$ di un Erg.

Si potè invece stabilire molto bene la soglia di differenza che è di $1/100$. Per questa ricerca si fa uso di apparecchi detti fotometri, i quali consistono in una superficie bianca, sulla quale due sorgenti luminose L, L', poste a diversa distanza e ad angolo diverso, proiettano due ombre di un bastoncino (fig. 5)

Fig 5

Per dimostrare l'attendibilità della soglia di differenza trovata per l'occhio, in psicologia si suole operare con due sorgenti ugualmente intense (ad es. due candele normali), che vengono dapprima poste alla stessa distanza dal ba-

stancino e quindi dallo schermo. In seguito una di esse viene spostata fino al punto in cui l'ombra, da essa determinata, scompare al nostro occhio. Supponendo che una di esse sia posta ad un metro di distanza dallo schermo, l'altra perchè non sia più percettibile l'ombra da essa proiettata sullo schermo, dovrà essere portata a 10 metri di distanza, cioè l'ombra scomparirà quando l'intensità della luce della seconda candela sarà ridotta a $1/100$ dell'intensità della prima candela, secondo la legge fisica: l'intensità della luce sta in rapporto inverso del quadrato della distanza della sorgente luminosa. Si può porre anche lo stimolo normale a dieci centimetri; allora l'ombra della candela spostata scomparirà quando questa sia alla distanza di un metro: anche qui la differenza è di $\frac{1}{100}$.

Per far vedere i fatti della soglia di differenza si fa uso di un disco di Masson (fig. 6), di un disco bianco, cioè che porta su di un raggio una serie di tratti neri, i quali determinano col movimento del disco, delle zone grigie, più leggere verso la periferia, dove

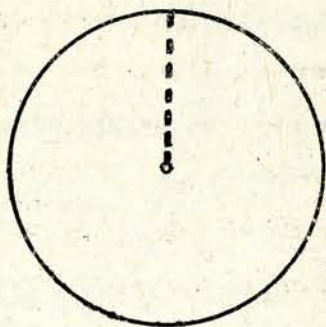



Fig. 6
Disco di Masson

si mescolano con una quantità maggiore di bianco. L'esperienza insegna che noi potremo distinguere i medesimi cerchi grigi e bianchi mutando le condizioni di illuminazione, ad es. guardando attraverso vetri grigi di varia intensità. In questo caso non si spostano le differenze dei singoli gradi di chiarore, perchè in tal modo si viene a togliere la stessa quantità di luce tanto ai cerchi grigi quanto ai bianchi.

Per causa della soglia di differenza si spiega perchè di giorno non si vedono le stelle. Perchè esse fossero visibili, bisognerebbe che la luce loro superasse di 1/100 la luce solare: ed è così che col sopraggiungere della notte diminuendo gradatamente l'intensità della luce del sole, si arriva alla soglia di differenza fra la luce di questo e quella delle stelle, le quali allora diventano visibili.

3° Condizioni anatomico-fisiologiche

a) organo periferico.

L'organo periferico delle sensazioni visive è costituito dall'occhio. Questo ha la forma di un bulbo sferoidale ed è situato nella parte anteriore del cranio in una cavità detta orbita, che ha la forma di una piramide colla punta rivolta all'indietro.

Il bulbo oculare, protetto quasi da ogni parte dalla

cavità ossea orbitaria, è difeso all'innanzi dalle palpebre, che rapidamente si chiudono, sia per schivare l'eccessiva azione della luce, sia per moderare gli effetti degli insulti meccanici improvvisi.

Le palpebre si chiudono automaticamente e per movimento riflesso, però si muove solamente la palpebra superiore per effetto del muscolo elevatore palpebrale superiore. La inferiore sta ferma.

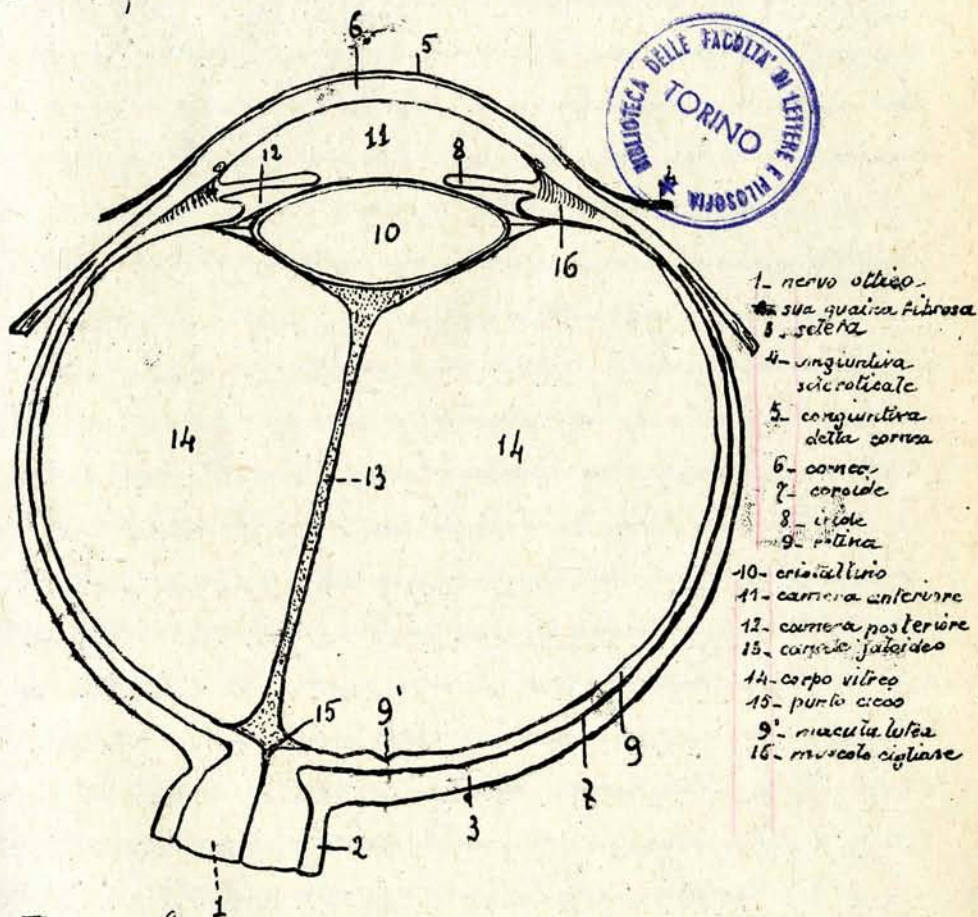



Fig. 7.- Sezione orizzontale dell'occhio destro, segmento inferiore della sezione (schematica)

Alla sezione orizzontale (fig. 7) l'occhio si presenta formato da tre membrane: esterna, media e interna.

La membrana esterna è denominata sclera. È formata di sostanza molto resistente, bianca e serve di protezione al bulbo. Essa termina sul davanti nella cornea, che è una membrana trasparentissima ed ha la forma di un vetro d'orologio.

Affinchè la cornea conservi la sua perfetta trasparenza è necessario che essa sia continuamente irrorata da un sottilo strato di umore lagrimale, che la mantiene tersa e ne impedisce il disseccamento per evaporazione. Le lagrime sono il prodotto secretivo della ghiandola lagrimale, del volume di una piccola mandorla, situata nella parte superiore ed esterna dell'orbita.

Il liquido delle lagrime è molto acquoso, di sapore salato. Chiudendo le palpebre si forma davanti al bulbo un canale di forma triangolare, entro il quale scorre questo liquido, per espandersi su tutta la superficie corneale e versarsi nel sacco lagrimale, dal quale passa poi nel canale nasale per mescolarsi col muco del naso.

La seconda membrana, o media è la coroidea, che è formata di una sostanza di colore nero. Essa protegge l'occhio dalla luce troppo viva, ne assorbe i raggi troppo intensi e rende possibili sensazioni visive nette e precise. La coroidea termina sul davanti nel muscolo cigliare e nell'iride, in mezzo alla quale si apre il foro della pupilla

che automaticamente si dilata davanti agli oggetti scuri e si restringe davanti agli oggetti chiari o luminosi mediante i dilatatori o sfinteri della pupilla. L'iride è formata (fig. 8) da muscoli circolari e da muscoli radiali: i primi servono a restringere la pupilla, i secondi a dilatarla.

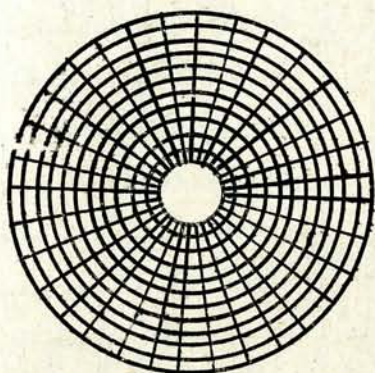
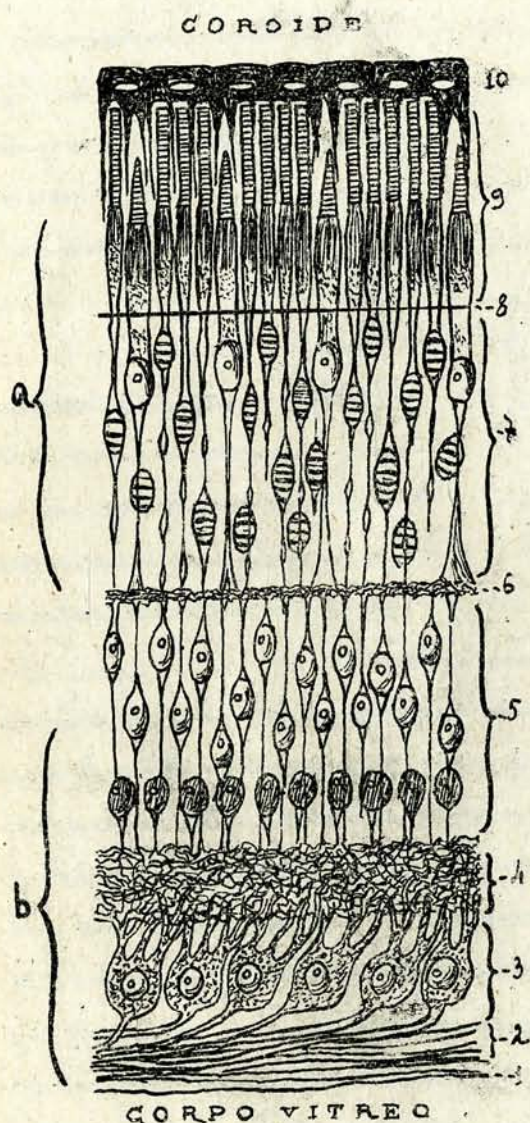



Fig. 8

Tra l'iride e la cornea vi è uno spazio libero detto camera anteriore ripiena di liquido salato che conserva la faccia interna della cornea e quella esterna del cristallino.

La membrana interna o **retina**, è la più importante; essa contiene i veri organi nervosi su cui agisce lo stimolo esterno. La retina presenta una struttura anatomica assai complicata, non ancora del tutto ben conosciuta nelle sue funzioni particolari. Studiata dapprima dal Max Schultze con strumenti imperfetti (fig. 9) diventò poi oggetto delle attente ricerche di Ramon y Cajal, il quale con metodi nuovi di colorazione ce ne fece conoscere meglio la struttura. La retina risulta formata da dieci strati di cellule e di fibre, che sono denominate da Ramon y Cajal (fig 10): 1° - strato delle fibre nervose; 2° - strato delle cellule gangliari; 3° - strato plessiforme inte-

no; 4- strato delle cellule unipolari; 5- strato delle cellule; 6- strato delle cellule orizzontali; 7- strato plessiforme esterno; 8- strato dei granuli delle cellule visive (dei coni e bastoncini); 9- strato dei coni e bastoncini; 10- strato pigmentario. Lo strato che più ci interessa è quello dei coni e dei bastoncini, i quali sono rivolti verso il cervello. La loro funzione per molti secoli non fu conosciuta; ora sappiamo che essi sono i veri organi sensibili agli eccitamenti ottici. Si credeva fino a venti anni

CORIOIDE

CORPO VITREO

Fig-9- Sezione trasversale della retina (schema sec. Schultze)

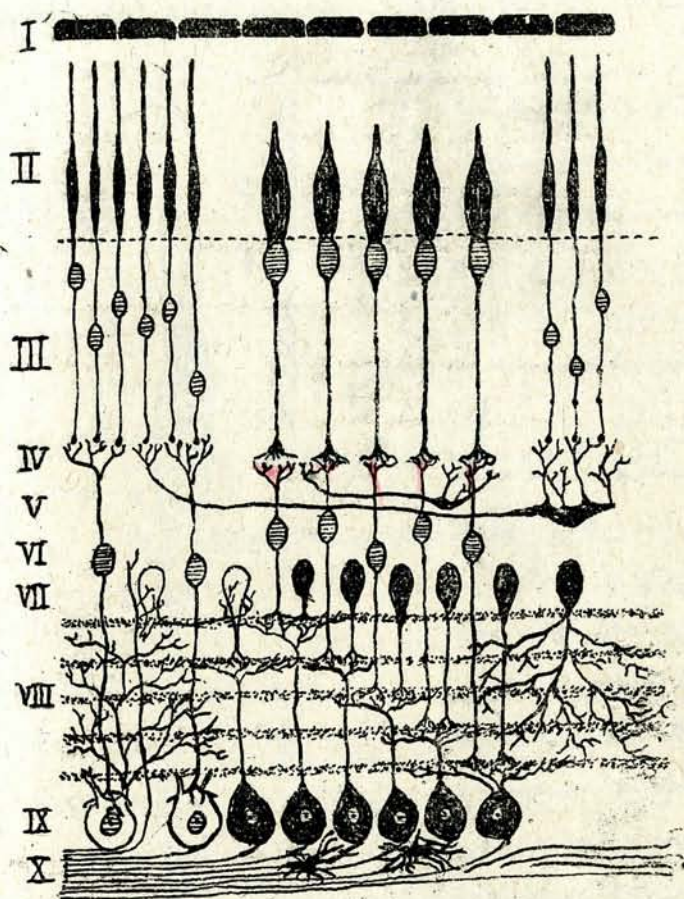
a- porzione neuro-epiteliale; b- porzione cerebrale: 1- Strato limitante interno; 2- Strato delle fibre nervose; 3- Strato delle cellule nervose; 4- Strato plessiforme interno; 5- Strato granuloso interno; 6- Strato plessiforme esterno; 7- Strato granuloso esterno; 8- Strato limitante esterno; 9 Strato dei coni e dei bastoncini; 10- Strato pigmentario.

fa che tanto i coni quanto i bastoncini servissero alla percezione di tutte le sensazioni visive. Oggidì invece si sa di positivo che i coni servono per le sensazioni cromatiche: e i bastoncini per quelle acromatiche: si sa inoltre che i coni (fig. 11B) servono alla percezione della luce diurna.

Fig. 10 - Sezione trasversale della retina coi suoi dieci strati (secondo Ramon y Cajal)

I - Strato delle fibre nervose; II - strato delle cellule gangliari; III - strato plessiforme interno; IV - strato delle cellule unipolari; V - strato delle cellule bipolari; VI - strato delle cellule oriazontali; VII - strato plessiforme esterno; VIII - strato dei granuli delle cellule visive (dei coni e dei bastoncini); IX - strato dei coni e dei bastoncini; X - strato pigmentario.

interessa, i bastoncini (fig 11 A) alla percezione della luce debole e crepuscolare.

Il Mariotte (1638) credeva di poter dimostrare che non la retina ma la coroidea fosse la parte sensibile alla luce. Egli fece la seguente esperienza. Se si chiude l'occhio sinistro e si guarda col destro la croce posta a destra del disco nero nel disegno qui riprodotto (fig. 12), il disco nero non è più percettibile e ciò perchè i raggi che partono dal disco, data la posizione di questo rispetto alla croce e di questa rispetto all'occhio, vengono a cadere nel punto di entrata del nervo ottico, e cioè nel punto dove la coroidea viene a mancare (punto cieco). Ora che si conosce la struttura anatomica dell'occhio si spiega altrimenti il fenomeno e cioè nella mancanza totale dei coni e dei bastoncini nel punto cieco. Notevole è quanto si verifica durante questa osservazione, che cioè, invece di vedere il disco nero, si vede in suo luogo il colore bianco uniforme dello sfondo. Ciò avviene per sensazioni con-

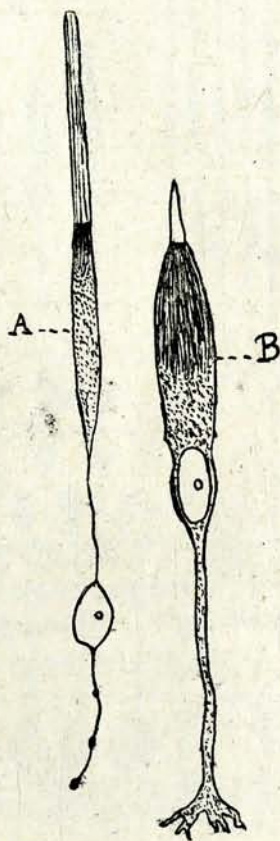



Fig 11-
Cono e bastoncino dell'uomo:
A bastoncino; B cono

trali, le quali completano la figura.

A cagione della sua struttura eminentemente fibrillare la retina

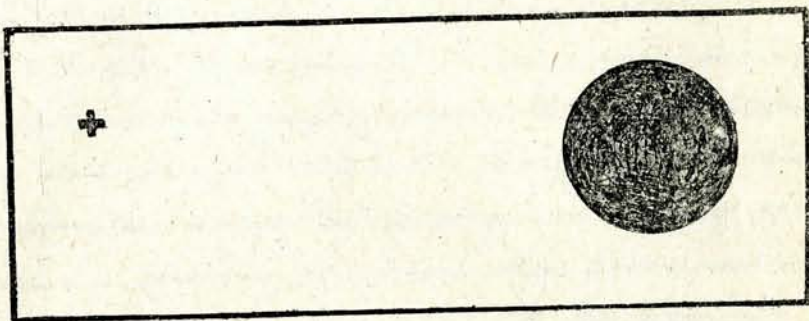



Fig. 12 _ Esperienza del Mariotte per trovare il punto cieco

può considerarsi formata dalle diramazioni del nervo ottico. In essa due regioni particolarmente ci interessano: la fovea centrale della macchia gialla (macula lutea), situata lateralmente all'ingresso del nervo ottico: è questa la parte più sensibile alla luce, in essa sonvi unicamente coni; poi il punto cieco, situato in corrispondenza dell'entrata del nervo ottico: questa parte è completamente insensibile alle impressioni luminose. Accanto alla fovea centrale sonvi coni e bastoncini mescolati insieme, ma procedendo dalla fovea verso la periferia della retina i coni spariscono gradatamente finchè non restano che i soli bastoncini.

La retina si continua nella parte anteriore in una capsula che contiene la lente o cristallino, pure trasparentissimo.

Tra la faccia posteriore dell'iride e la faccia anteriore del cristallino si trova la camera posteriore ripiena di

umor acqueo (liquido salato)

Allo spazio compreso tra la faccia posteriore del cristallino e la retina si dà il nome di corpo vitreo. Esso è una massa trasparente e di consistenza gelatinosa trasparentissima; occupa di per sè i due terzi posteriori della cavità oculare ed è così uno dei mezzi rifrangenti dell'occhio. Il corpo vitreo è avvolto nella membrana jaloidea.

L'occhio oltre essere un organo di senso è pure un organo di moto, dotato di muscoli esterni che gli permettono di muoversi in tutte le direzioni; quindi molte volte abbiamo fusione delle sensazioni visive colle sensazioni muscolari.

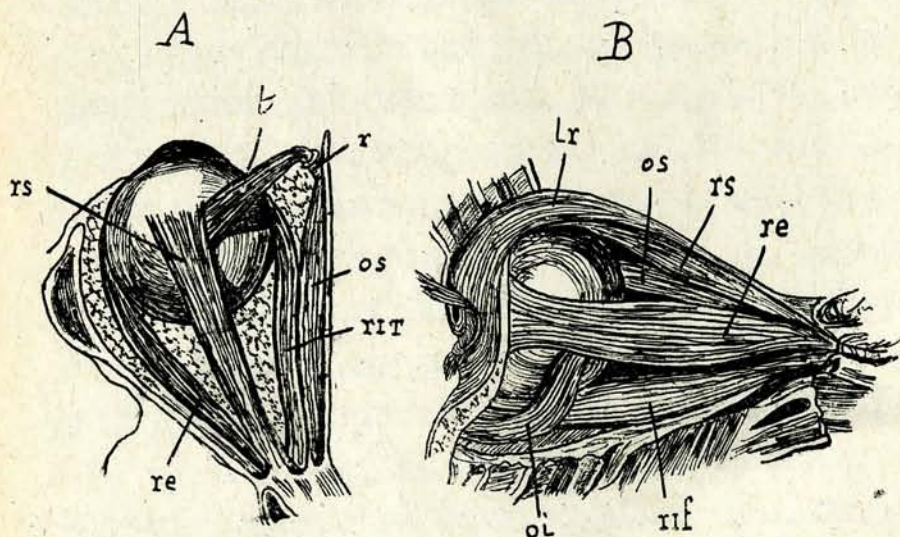



Fig. 13. Muscoli dell'occhio sinistro dell'uomo.

A - visti dall'alto B - visti dall'esterno

rs - retto superiore; re - retto esterno; rit - retto interno;
rif - retto inferiore; os obliquo superiore con t suo tendine e r sua rotella;
oi - obliquo inferiore Lr - muscolo elevatore della palpebra superiore

La figura 13 mette in evidenza i vari muscoli esterni dell'occhio che vengono denominati: retto superiore, retto inferiore, retto esterno, retto interno, il grande obliquo, il piccolo obliquo e il muscolo elevatore della palpebra superiore.

Oltre ai muscoli esterni dell'occhio, vi sono quelli interni dell'apparecchio ciliare. Studieremo più tardi i movimenti dell'occhio.

---

b Organo di trasmissione e centro

L'organo di trasmissione delle impressioni luminose è costituito dal nervo ottico.

Le fibre del nervo ottico hanno origine dalle cellule ganglionari della retina la quale non è che una espansione del nervo ottico. Esse escono dal globo oculare un pò all'interno del polo posteriore, percorrono la porzione retro-oculare dell'orbita e penetrano nel cranio attraverso il foro ottico che si trova in fondo alla cavità orbitale. I due nervi ottici entrati nella cavità cranica, formano il cosidetto chiasma, che si trova alla base del cranio nella sella turcica. Quivi le fibre dei due nervi in parte si incrociano e in parte no; poscia formano le bendelette ottiche e di qui si portano successivamente al talamo ottico, ai corpi genicolati, ai corpi quadri-gemelli e finalmente arrivano alla faccia interna (il cosidetto cuneo)

(fig 14)[1] del lobo occipitale, in cui si trova il centro delle sensazioni visive.

La figura 15 illustra chiaramente la via dell'apparecchio visivo. In essa vediamo come parte delle fibre del nervo ottico vanno direttamente al lobo occipitale; altre arrivano ai grossi gangli sottocorticali da dove ripartono per il centro; altre ancora si incrociano nel chiasma, pervengono ai gangli sottocorticali, da dove ripartono e giungono poscia al centro.

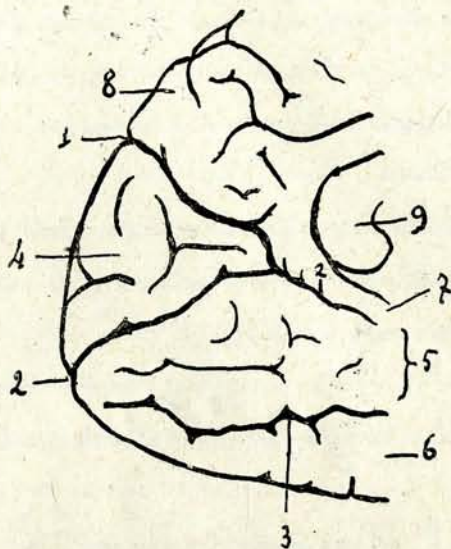



Fig 14_ Centro visivo visto sopra l'emisfero visivo.
1_ Scissura perpendicolare esterna; 2_ Scissura calcarina; 3_ Solco temporo-occipitale interno; 4_ Cuneo; 5_ Lobulo linguale; 6_ Lobulo fusiforme; 7_ Circonvoluzione dell'ippocampo; 8_ Lobulo quadrilatero; 9_ Corpo calloso.

La figura 16 dimostra poi il centro visivo. Il cervello è sezionato orizzontalmente e vediamo segnata la via che dai grossi gangli sotto-corticali va alla sede delle sensazioni visive.

---

(1) Il cuneo è compreso tra la scissura perpendicolare esterna e la scissura calcarina. Viene denominato così per la sua forma simile ad un cuneo.

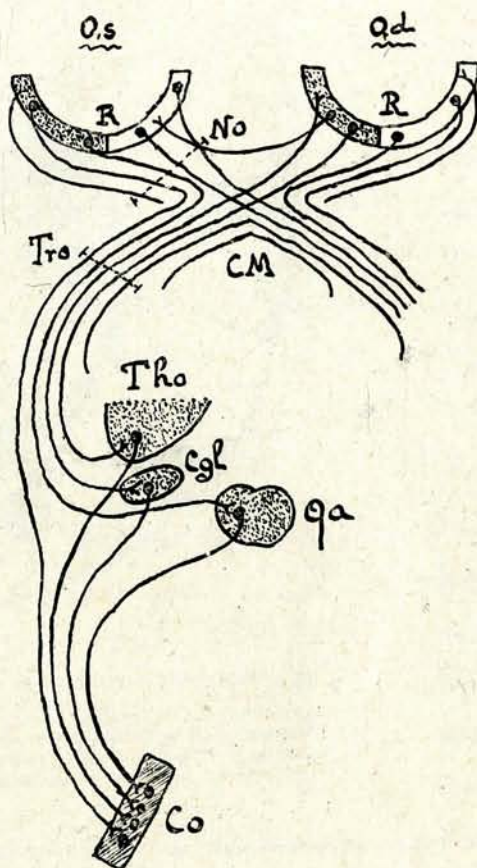



Fig. 15 - Schema dell'apparecchio visivo centrale

Os - Occhio sinistro; Od - occhio destro; R - retina; No - Nervo ottico; Tro - Tratto ottico; CM - Chiasma; Tho - Talamo ottico; Cgl - Corpo genicolato laterale; Qa - Corpi quadrigemelli anteriori; Co - lobo occipitale.

---

4 - Sensazioni visive.

i colori; lo spettro solare.

Le sensazioni visive si dividono in due grandi categorie: in acromatiche e cromatiche. Le acromatiche

Fig. 16 - Via visiva vista sopra una sezione orizzontale dell'emisfero.
1 - Fascio di fibre che dai grossi gangli sotto-corticali (a, b, c) vanno al lobo occipitale; 2 - Scissura calcarina; 3 - Polo occipitale -

comprendono: il bianco, le gradazioni del grigio ed il nero. Le cromati-che comprendono tutte le altre sensazioni, cioè tutti i colori.

È noto dalla fisica che la luce bianca, che emana dal sole, risulta da un complesso di vibrazioni eteree di diversa lunghezza d'onda, e che mediante un prisma, si decompone nel così detto spettro solare (fig. 17) per la differente rifrangibilità delle diverse radiazioni di cui si compone. (Newton). Queste non ci appaiono bianche come la luce solare, ma colorate. I colori spettrali principali si presentano col seguente ordine: rosso, aranciato, giallo, verde, bleu, indaco, violetto. Il Rosso risulta dai rag

Fig. 17 - Lo spettro solare

gi meno rifrangenti, il violetto dai raggi
più rifrangenti; i colori intermedi risultano da raggi, la rifrangibilità dei quali aumenta gradualmente dall'uno all'altro colore, procedendo dal rosso al violetto.

Nella tabella seguente sono riportate la lunghezza d'onda e il numero delle vibrazioni di ogni colore: lunghezza e numero di vibrazioni che stanno tra di loro in ragione inversa, cioè i colori meno rifratti sono di maggior lunghezza e i colori più rifratti sono di minor lunghezza.

	Lunghezza d'onda (in millesimi di millimetro)	Numero di vibrazioni (in bilioni al minuto secondo
1 - Rosso A	761, 7	412
Rosso B	687. 8	450
2 Rosso C	656. 7	472
3 - Giallo D	588. 8	526
4 - Verde E	526. 0	589
5 - Blu F	484, 3	640
6 - Indaco G	429, 1	722
7 - Violetto H	392, 8	790

Tra l'uno e l'altro colore dello spettro si ha una serie continua di gradazioni di colore, ma il numero dei colori e gradazioni di colore rapresentati nello spettro non comprende tutte le impressioni colorate che il nostro occhio è capace di avvertire: mancano in esso tutte le gradazioni

del color <u>porpora</u> che risulta dalla fusione del rosso col violetto, vale a dire dei colori estremi dello spettro.

Lo spettro solare non è circoscritto al tratto che l'occhio è capace di percepire. Al <u>di là del rosso</u> esistono radiazioni di lunghezza d'onda maggiore di 760 millesimi di mm. (raggi ultrarossi) e al di là del violetto radiazioni di lunghezza d'onda minore di 342 millesimi di mm. (raggi ultravioletti). I primi sono raggi termici, l'esistenza dei quali si può accertare mediante l'uso di una pila termoelettrica; i secondi sono raggi chimici: l'esistenza dei quali è rivelata dagli effetti chimici che producono su certi sali d'argento.

Nello spettro solare si osservano inoltre le linee di Fraunhofer, che indicano la posizione dei vari colori.

Dal fatto che non possiamo percepire i raggi ultrarossi e i raggi ultravioletti ne consegue che l'occhio, per quanto sia meraviglioso nella sua struttura si mostra nel suo funzionamento imperfetto.

I colori si dicono poi più o meno <u>saturi</u> secondo la quantità minore o maggiore di sensazioni acromatiche ad essi aggiunta: Quanto più ad un colore si aggiunge del bianco, del nero o del grigio, tanto meno lo si dice <u>saturo</u>. Aggiungendo ad un colore del bianco, esso diviene <u>chiaro</u>; aggiungendovi del grigio o del nero, esso si oscura.

I colori spettrali sono i più puri che è possibile otte-

nere; essi sono altresì i più saturi. Il colore degli oggetti o delle sostanze coloranti usate dai tintori e dai pittori non sono nè saturi nè puri come i colori spettrali, ma contengono sempre altri elementi.

I colori si differenziano poi ancora fra di loro per il loro grado di chiarore. Il chiarore è una proprietà inerente alla sensazione di luce, che noi possiamo solo rilevare ma non spiegare. Quando guardiamo ai colori dello spettro il giallo ci appare più chiaro dell'aranciato, questo risulta più chiaro del rosso ecc.

.

. .

Ecco ora come avviene la percezione della sensazione visiva. I raggi luminosi partendo da una sorgente di luce bianca vanno a colpire la superficie dell'oggetto, e per un processo inerente all'oggetto stesso, in parte vengono assorbiti, distrutti e in parte si riflettono. I raggi riflessi giungono attraverso i mezzi rifrangenti dell'occhio fino allo strato dei coni e dei bastoncini. Quindi noi percepiamo un oggetto colorato, p. es. in rosso, in quanto i raggi di luce che partono da una sorgente luminosa, colpendo quell'oggetto sono assorbiti ad eccezione di quelli rossi, i quali riflessi, eccitano il nostro occhio. Insieme ai raggi rossi possono essere riflessi, alcuni altri raggi, che non vengono percepiti, ma possono alterare la purezza del colore. Il nostro occhio poi perce-

pisce una superficie come bianca, quando i raggi luminosi che la colpiscono si riflettono tutti e tutti giungono alla retina. Il contrario si ha per il nero, per la percezione del quale è necessario l'assorbimento completo di tutti i raggi luminosi[1]. La sensazione del grigio è data da un parziale assorbimento dei raggi luminosi.

In altre parole: la sensazione di un colore è data dalla qualità dei raggi elementari che giungono ad eccitare lo strato sensibile della retina. Se l'eccitamento è dato da tutti i raggi elementari avremo il bianco; se da uno solo, il colore corrispondente; se tutti i raggi vengono assorbiti dall'oggetto, avremo il nero. Se poi due o più raggi elementari eccitano l'organo periferico per la legge della fusione psichica, le due o più sensazioni si mescolano e dalla loro mescolanza nasce una nuova sensazione.

E qui giova ricordare ancora, che nella percezione di una sensazione possiamo solo spiegare quali sono le condizioni fisiche ed anatomico-fisiologiche per mezzo delle quali sorge in noi la sensazione. Queste condizioni ubbidiscono

---

(1) L'assorbimento completo dei raggi luminosi si ottiene soltanto artificialmente. Il nero usato in pittura, non è il vero nero, ma un grigio scuro. Il vero nero si ha quando si fa uso di una cassetta rivestita completamente all'interno di una sostanza nera, e nella quale sia praticato un foro. La superficie del foro praticato rappresenta il vero nero, che nessun pittore può riprodurre.

alle leggi fondamentali delle scienze della natura, cioè alle leggi della conservazione della materia e della conservazione dell'energia: materia ed energia che restano sempre costanti e che noi non possiamo nè aumentare nè diminuire. Le sensazioni d'altra parte non ubbidiscono a queste leggi. Esse agiscono le une sulle altre secondo leggi psichiche (fusione, ecc.). La causalità psichica può completare quella fisica ma non è identica ad essa. Nel mondo fisico abbiamo costanza: nel mondo psichico, sia individuale o collettivo, si osserva invece un continuo aumento dei valori spirituali.

5. Fenomeni dei colori

a) mescolanza dei colori

Newton fu il primo a fare la sintesi della luce bianca, mescolando i diversi raggi cromatici, dopo averli separati mediante il prisma, e a formulare le leggi più generali della miscela dei colori. Altri scienziati pervennero poi a formule più rigorose ed esatte di dette leggi; ma a Helmholtz dobbiamo lo studio sistematico completo e la dimostrazione sperimentale delle medesime.

Come dalla decomposizione della luce bianca si possono ottenere tutti i colori e gradazioni di colori che si vedono

nello spettro; così dalla miscela o soprapposizione in proporzioni svariate di determinati colori dello spettro, noi possiamo ottenere artificialmente tutti i colori più o meno complessi che noi riscontriamo in natura.

Il metodo più perfetto per ottenere la miscela dei colori è il <u>metodo fisico</u>, che consiste nel far agire contemporaneamente sulla retina i raggi di diversa lunghezza d'onda previamente isolati da due prismi. Per attuare questo metodo si esige l'impiego di apparecchi complessi come l'apparecchio di Helmholtz. (fig. 18)

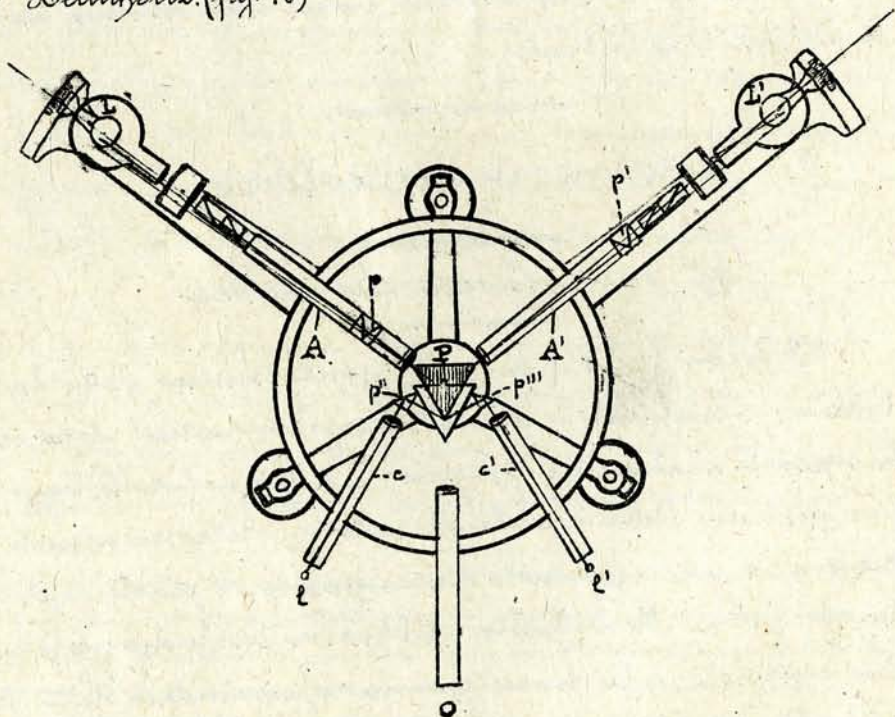



Fig. 18 - Apparecchio per la mescolanza dei colori secondo Helmholtz

A B, A'B' - collimatori o tubi; L L' - grandi lampade (sorgenti luminose); P - grande prisma centrale; p, p' - prismi situati entro i collimatori AB, e A'B'; p'' p''' - prismi applicati ai due collimatori o tubi secondari c c' o illuminati da due piccole lampade l l'; O - oculare per l'osservatore. Tanto i collimatori quanto l'oculare sono muniti alla loro estremità verso il centro di una lente e l'oculare porta una piccolissima fessura dalla quale si guarda ed osserva lo sperimento.

Esso consiste di due collimatori o tubi AB, A'B' dentro ai quali si trovano dei prismi. Due sorgenti luminose L, L' proiettando la loro luce entro ai tubi danno luogo a due spettri. Al centro vi ha un grande prisma (P) per mezzo del quale si producono a volontà, mediante un congegno speciale, i colori che si vogliono studiare e mescolare. Altri due collimatori o tubi c, c', muniti di prismi e illuminati da lampade l, l', servono per l'esperimento. L'osservatore guarda attraverso il tubo O.

Un altro metodo fisico per lo studio dei colori è quello riprodotto dalla fig. 19. Un raggio di luce passando per le

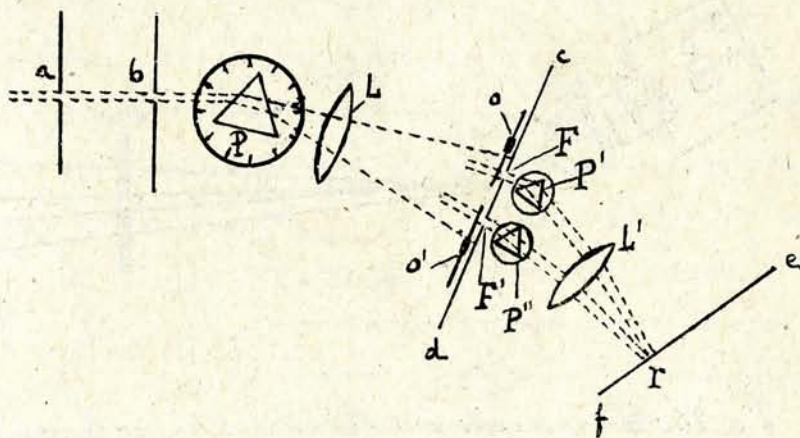



Fig. 19_ Apparecchio universale per le ricerche sullo spettro

fessure a e b incontra un prisma P e una lente biconvessa acromatica L, dando origine allo spettro che viene proiettato sullo schermo c, d. Nello schermo sono praticati due fori

F, F' dal quale si fanno passare due colori che si vogliono mescolare. Questi vengono deviati da due rispettivi prismi P' e P'' e raccolti nel punto r dello schermo e. f attraverso la lente L'. Si noti che dinanzi ai due fori dello schermo c. d si possono mettere due oscuratori o. o', cioè due lamine sottili aventi questa forma [figura], le quali, girando rapidamente, producono un'apparente superficie trasparente, che serve a mutare l'intensità dei colori che si vogliono studiare.

Riportiamo ancora il dispositivo di un'altro apparecchio (fig. 20) detto **Skioptikon** col quale si studiano pure i

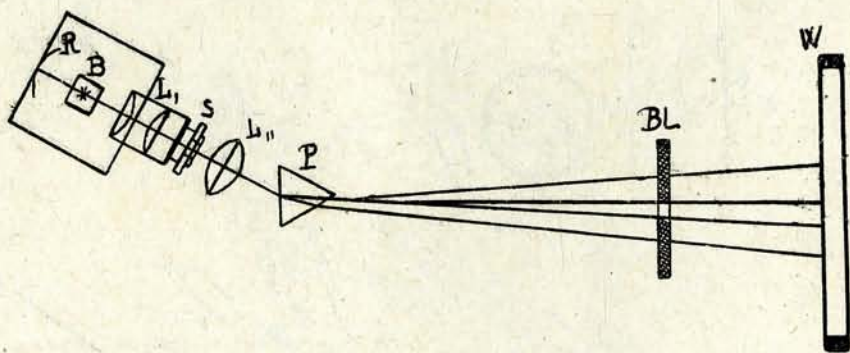



Fig. 20 - Disposizione dello Skioptiko per le esperienze sullo spettro.

colori spettrali. La luce che dà origine allo spettro è data da una lampada ad arco B. Uno specchio R aumenta l'intensità della luce, la quale passando per le lenti L' per la fessura S e per la lente $L_{''}$, viene dal prisma P

rifratta dando così origine ai colori dello spettro che vengono proiettati sullo schermo W. Una fessura praticata in un altro schermo Bl permette solo la proiezione di dati colori.

Più semplice è il metodo dei dischi giranti di Maxwell, il quale consiste nel fare agire nell'occhio i colori che si vogliono mescolare, non contemporaneamente ma successivamente, e con tale rapidità che, per la persistenza delle immagini si effettui nella retina la miscela dei singoli colori.

Come scorgesi nella fig. 21 i dischi di Maxwell sono dischi colorati perfettamente circolari, che presentano una fessura radiale. Essi possono sovrapporsi l'uno sull'altro mediante le fessure, in guisa da presentare allo scoperto due o tre settori diversamente colorati, d'angolo variabile a volontà dello sperimentatore.

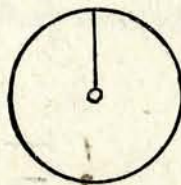
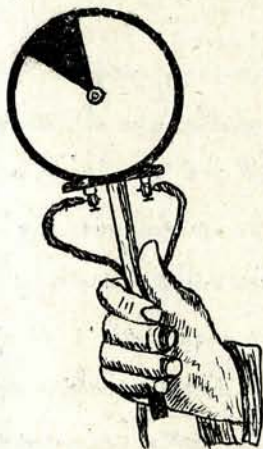



Fig 21 - Disco di Maxwell

Applicati ad un apparecchio rotante (fig. 22) e fissati nel centro con una vite, sono messi in movimento e producono una sensazione visiva che varia secondo i colori impiegati, secondo la loro saturazione e secondo la loro estensione relativa nel disco.

La miscela di due colori dello spettro produce un nuovo colore o meglio una nuova sensazione visiva, la quale però non risulta dalla pura e

Fig 22
Motorino elettrico

semplice sovrapposizione delle due sensazioni cromatiche componenti, perchè il nuovo colore è sempre meno saturo dei due colori da cui risulta.

Basta mescolare due soli colori dello spettro, per far sparire completamente nella sensazione qualsiasi qualità cromatica e per ottenere la luce bianca, se si lavora coi colori puri (dello spettro) o grigia, se si lavora con carte colorate. Quando ciò avviene, i due colori componenti diconsi complementari così i colori accoppiati nella seguente tabella sono fra loro complementari.

Colori complementari

1	Porpora	Verde	1'
2	Rosso	Verdebleu	2'
3	Aranciato	Bleu	3'
4	Giallo	Indaco	4'
5	Giallo Verde	Violetto	5'
	~~Verde~~	~~Porpora~~	

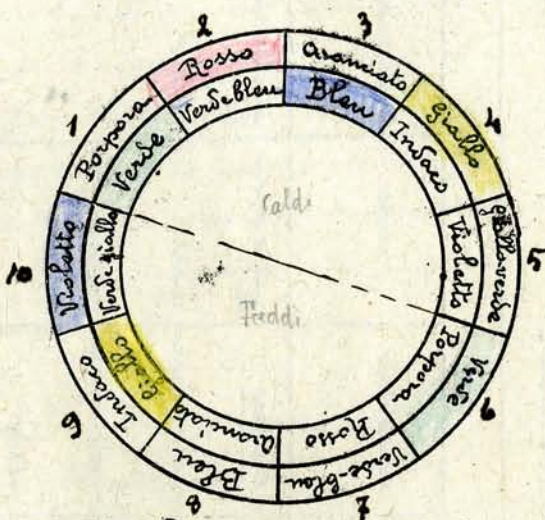
Possiamo poi portare tutti i colori sopra un cerchio, completandolo col porporeo, che si ottiene mescolando il rosso col violetto. Ponendo due di questi dischi l'uno sull'altro. in modo che il porpora dell'uno sia in corrispondenza al verde dell'altro, otterremo tutta la serie dei colori complementari (fig. 23). Nella seguente tabella sono riportati i risultati delle diverse miscele dei colori spettrali. Dove i colori della colonna verticale si incrociano con quelli della colonna orizzontale sono scritti i colori o il bianco che risultano dalle

Tabella della mescolanza dei colori.

	violetto	indaco	bleu	verdebleu	verde	verdegiallo	giallo
rosso	porpora	rosa scuro	rosa chiaro	bianco	giallo chiaro	giallo scuro	aranciato
aranciato	rosa scuro	rosa chiaro	bianco	giallo chiaro	giallo	giallo	
giallo	rosa chiaro	bianco	verde chiaro	verde chiaro	verde giallo.		
verdegiallo	bianco	verde chiaro	verde chiaro	verde			
verde	bleu chiaro	bleu mare	verdebleu				
verdebleu	bleu mare	bleu mare					
bleu	indaco						

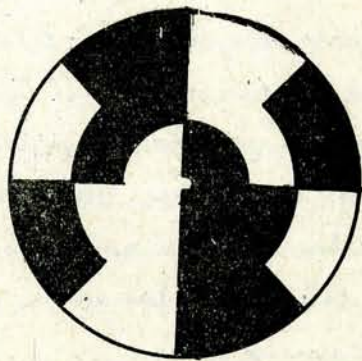
diverse miscele. Se le mescoliamo poi tutti i colori dello spettro otteniamo nuovamente il bianco. E il bianco non si può solo ottenere mescolando due colori, come abbiamo visto, ma mescolandone tre e cioè il verde, il rosso e il violetto oppure il verde, il rosso e il bleu; mescolando poi il bianco col nero otteniamo tutte le varie gradazioni del grigio.

Fig. 23.

Usando questo metodo bisogna osservare che, perchè l'esperimento riesca evidente, conviene tener conto della intensità della luce esterna. Più la luce esterna è intensa e più deve aumentarsi la velocità rotativa del disco. L'importanza della velocità rotativa del disco è facilmente dimostrata quando si faccia uso di un disco sul quale sono disegnati diversi settori con più o meno interruzioni bianche e nere (fig 24) Facendo girare il disco, la parte periferica di esso, a cui il movimento imprime una maggiore velocità ci apparirà in un grigio uniforme mentre al centro i vari settori ci appariranno ancora visibili. Perchè quindi si veda il grigio uniforme anche al centro

occorre aumentare il numero dei giri.

Il chiarore che si produce corrisponde in tutti i casi a quello che risulterebbe se il chiarore di tutte le singole impressioni fosse distribuito in modo eguale sul disco (legge di Talbot e Plateau).

Fig. 24

La mescolanza dei colori si può avere ancora in altri modi:

1 - Mescolando liquidi colorati - Qui però la mescolanza avviene un pò diversamente. Se vogliamo mescolare due liquidi, p. es., bleu e giallo allora non otteniamo più il bianco o il grigio, ma il verde ciò che parrebbe contraddire il fenomeno del complementarismo.

Analizzando i due liquidi per mezzo dello spettroscopio, si osserva che il bleu lascia passare i raggi bleu, un numero notevole di raggi verdi, pochi rossi e violetti, ma non lascia passare i raggi gialli. Il giallo poi lascia passare tutti i raggi gialli, un notevole numero di raggi verdi, pochi raggi rossi e violetti, ma non i raggi bleu, ora mescolando i due liquidi abbiamo la neutralizzazione o il complementarismo fra i raggi bleu e i raggi gialli; i raggi rossi e violetti sono trascurati dal nostro occhio perchè troppo poco intensi e vi rimane il verde.

2° - Possiamo mescolare i colori per mezzo del vetro come nella fig. 25. Sopra di un piano si pongano due colori (A, B) e in mezzo ad essi un vetro (CD) e si guarda uno dei colori attraverso il medesimo. Ne avviene che i due colori si sovrappongono e dalla mescolanza ne risulta il nuovo colore.

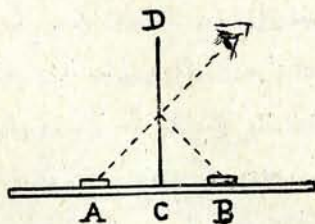



Fig. 25

3° Per ultimo abbiamo la mescolanza binoculare. Si adopera in questo caso lo stereoscopio (fig. 26). Si eccita l'occhio sinistro con un colore e il destro con un altro. Allora percepiamo una nuova sensazione determinata dalla fusione di essi. Questo esperimento dimostra luminosamente che la sensazione è un fatto puramente psichico perchè eccitando indipendentemente i due occhi con due colori diversi, la fusione avviene nella parte centrale e qui per mezzo della sintesi creatrice nasce, si sviluppa, la nuova sensazione. Sulla mescolanza binoculare vi è stato e vi è ancora discussione. Alcuni scienziati dicono che

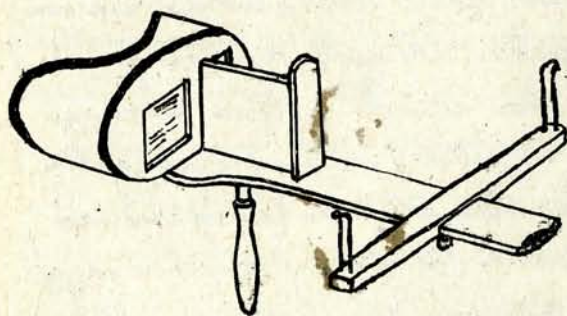



Fig. 26 - Stereoscopio

che non avviene, altri dicono di sì. Il Prof. Kiesow nei suoi studi è venuto alla conclusione che vi ha veramente luogo una mescolanza binoculare. Però solo in modo relativo. Quando i due colori che si esaminano sono fra di loro in intenso contrasto allora non si ha la mescolanza completa, la fusione totale; si ha invece la gara, la lotta, la rivalità fra le due sensazioni visive. Ma pur avendo luogo questa gara o lotta, essa non avviene mai tra le reali impressioni oggettive, ma tra alterazioni di queste.

Un'altra esperienza che dimostra la rivalità tra i campi visivi è la seguente: Si chiuda un occhio e si guardi coll'altro (senza però fissare un determinato punto) una superficie unicolore (una parete, il cielo, ecc) e si osserverà come dopo un pò di tempo incominci una gara tra i due campi visivi, dei quali uno è scuro (occhio chiuso) e l'altro è chiaro (occhio aperto).

6. Immagini Consecutive - Contrasto -

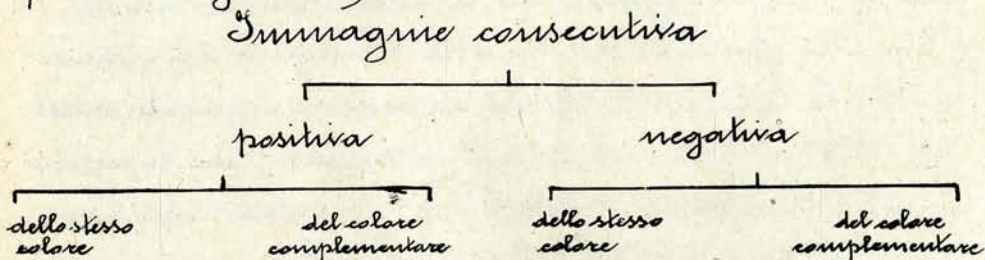
In generale gli oggetti colorati, dopo una fissazione di alcuni secondi danno origine ad una immagine consecutiva di colore complementare a quella fissata che vien detta comunemente immagine consecutiva negativa. Osservando però più attentamente, si vedono due immagini consecutive che si seguono. Di queste la prima presenta il medesimo colore dello stimolo, mentre il secondo è di colore contrario. Quest'ultimo fenomeno è stretta-

mente legato a quello del complementarismo.

Se si analizza ancora più accuratamente il fenomeno, si può distinguere, accanto al cambiamento del colore, anche quello del chiarore, vale a dire: in una prima fase l'immagine consecutiva non muta chiarore, mentre nella seconda si vede in essa il chiarore contrario a quello dell'impressione che si fissa.

Tenendo conto di questi fatti, le osservazioni si possono portare nel seguente schema:

Immagine consecutiva

- positiva
  - dello stesso colore
  - del colore complementare
- negativa
  - dello stesso colore
  - del colore complementare

Secondo questo schema, l'immagine consecutiva <u>positiva</u> non cambia chiarore, ma può essere dello stesso colore o del colore complementare. L'immagine consecutiva <u>negativa</u> però è del chiarore contrario, manifestandosi pure in due modi, cioè può essere dello stesso colore o del colore contrario.

In generale si parla dell'immagine consecutiva <u>positiva</u> quando questa è del medesimo colore e dell'immagine consecutiva <u>negativa</u>, quando è di colore contrario.

Fra i molti modi di produrre le immagini consecutive ricordiamo i seguenti:

Se dopo avere impressionato gli occhi con un piccolo quadrato colorato, posto su un fondo bianco, lasciamo cade-

re avanti ad esso uno schermo bianco uniforme, il piccolo quadrato colorato si trasforma nel colore complementare a quello fissato e cioè diventa verde-bleu se quello fissato è rosso, diventa rosso se quello fissato è verde-bleu, ecc. Invece di lasciare cadere davanti al colore che si fissa, uno schermo bianco uniforme, basta volgere l'occhio ad una parete o ad una superficie bianca uniformemente per ottenere ugualmente il fenomeno.

Un metodo elegante per produrre l'immagine consecutiva è l'uso del proiettore, col quale si proietta su una parete bianca di una sala abbastanza illuminata, una data superficie colorata. Impressionato che si ha l'occhio, si toglie la proiezione, coprendo l'obbiettivo, ed allora si vedrà apparire sulla parete il colore complementare a quello proiettato.

Si può pure sperimentare in molti altri modi, che per brevità non esponiamo.

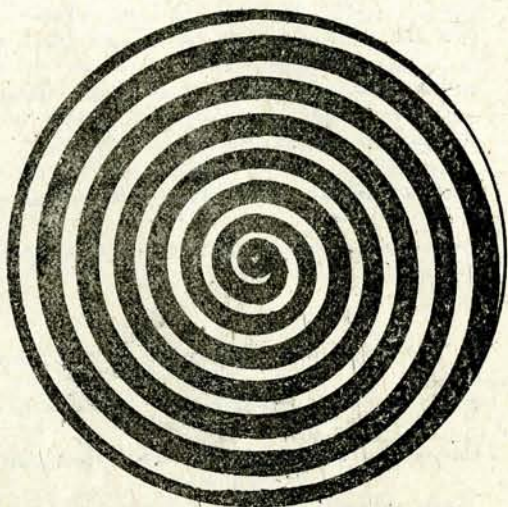
Alla categoria delle immagini consecutive appartiene pure un'esperienza fatta dal Fechner. Se si fa girare adagio un disco bianco su cui sia segnato un nastro nero a spirale (fig. 27), dopo un certo tempo che si fissa si producono tutti i colori dello spettro. Questo fenomeno parrebbe a prima vista dare ragione alla teoria di Aristotele dapprima, e a quella di Goethe poi, i quali sostenevano che dalla combinazione del chiaro coll'oscuro derivassero tutti i colori. In realtà si tratta di immagini consecutive.

I fenomeni di contrasto dei colori si collegano stretta-

mente con quelli delle immagini consecutive. Dicesi contrasto il cambiamento d'impressione che reciprocamente determinano in noi due colori diversi, quando essi non sono sovrapposti o mescolati, ma si presentano all'occhio simultaneamente in due campi distinti adiacenti.

Fig. 27

I contrasti possono essere di natura cromatica ed acromatica.

I contrasti cromatici si posso-o facilmente dimostrare col seguente esperimento di H. Meyer: se si colloca un quadratino di carta grigia su un foglio di carta colorata, esso appare già così modificato, benchè non molto intensamente, nella sua tinta; ma se si copre il tutto con un foglio di carta bianca velina, semi trasparente, il quadratino assume il colore complementare del fondo: sembra verde se il fondo è rosso, bleu se il fondo è giallo, giallo se il fondo è bleu, ecc. Questo risultato assai sorprendente dimostra che gli effetti di contrasto diventano assai più sensibili rendendo meno saturi i colori coll'aggiunta

del bianco.

Fenomeni analoghi di contrasto si ottengono col mezzo dei dischi rotanti. Quando su un disco bianco si pongono dei settori colorati sottili, interrotti nel suo mezzo da una banda metà nera e metà bianca come mostra la fig. 28 durante la rotazione del disco, queste bande dovrebbero dare un anello grigio su un fondo biancastro lievemente colorato. Invece per effetto del contrasto, l'anello non si presenta grigio ma del colore complementare di quello dei settori colorati.

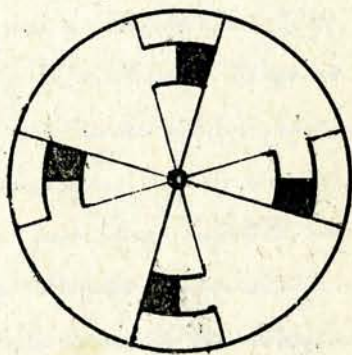



Fig. 28.

Questo esperimento ideato da Helmholtz, se ben si consideri non è che la conferma in altra forma dell'esperimento precedente di H. Meyer, che dimostra che i contrasti simultanei si rendono più evidenti coi colori sbiaditi in presenza del grigio chiaro. Invece di sovrapporre al quadratino grigio su fondo colorato una carta bianca velina semitrasparente, per diluirlo col bianco, Helmholtz raggiunse lo stesso effetto colla miscela dei segmenti colorati e bianchi e dei segmenti bianchi e neri, ottenuta colla rapida rotazione del disco.

Da questi esempi si ricava nettamente che per effetto del contrasto simultaneo un oggetto luminoso in vici-

nanza di altro oscuro acquista luminosità e chiarezza, e vice versa; così pure un oggetto colorato quando trovasi in vicinanza di altro non colorato (bianco o grigio), diffonde su questo il suo colore complementare.

Si dice poi colore <u>indotto</u> il colore che è modificato o che si fa apparire su una superficie incolore, e colore <u>inducentore</u> quello che determina la modificazione.

Il contrasto acromatico si ottiene, quando, ad esempio, su fondi bianco e nero si pongano figure grigie oggettivamente eguali. Il grigio posto su fondo bianco appare più scuro, quello messo sul fondo nero si vede più chiaro. L'effetto si può intensificare coprendo il tutto, come nell'esperienza di Meyer, con una carta bianca velina semitrasparente.

Si aggiunga che, per effetto di contrasto cambiano pure i gradi di chiarore dei vari colori. Mettendo ad es. un colore qualsiasi di un dato grado di chiarore sopra un fondo di colore più scuro, si osserva come il primo, insieme ad un cambiamento cromatico, alteri pure il suo chiarore; in questo caso esso appare ancora più chiaro che non sia effettivamente.

Così si vede l'influenza del colore inducente sempre in due sensi: cioè nel senso del colore contrario e nel senso del chiarore contrario.

c- Ombre colorate -

Una delle esperienze più interessanti di contrasto, è

quella delle cosidette "ombre colorate" che si osserva tanto nella natura quanto in laboratorio. Proiettando, come mostra la fig. 29, su uno schermo bianco le ombre (a,b) di una bacchetta o di un lapis (c), per mezzo di due candele (A e B), e e ponendo avanti ad una di queste (A) un vetro colorato, ad esempio, in rosso, si osserva l'ombra b di color rosso, e l'ombra a di color verde-bleu. Ciò avviene per contrasto.

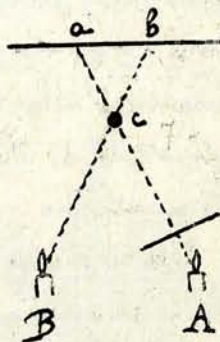



Fig. 29.

L'esperienza può essere ripetuta, sostituendo una delle candele colla luce del giorno che penetra dal buco di una imposta. In questo caso non è necessario l'uso del vetro colorato, perchè la luce del giorno è diversa da quella della candela; la prima è bianca, la seconda è giallastra. Si incominci col rischiarare lo schermo colla luce del giorno, la quale proietta un'ombra di color grigio. Quando si accende la candela, l'ombra grigia diventa gialla, e l'altra ombra che riceve la luce del giorno appare azzurra per contrasto.

Le ombre colorate furono viste per primo da Leonardo da Vinci nell'osservare le montagne al tramonto del sole. queste man mano che la luce solare spariva diventavano di vari colori, Leonardo da Vinci credeva nella concezione Aristotelica e in questo modo spiegava il fenomeno.

Il Buffon (1743) studiò il fenomeno, osservato da Leonard-

da Vinci; e nella spiegazione che ne diede parlò di colori accidentali che non si hanno per eccitamento esterno ma per pura funzione di natura soggettiva dell'occhio stesso.

L' Abate Mareas si occupò pure delle ombre colorate e osservò una notte le ombre di un bastoncino, proiettate dalla luna, e da una candela, una era di colore giallo-rossastro, mentre l'altra era bleu. Essendo egli sotto l'impressione degli studi di Newton spiegò il fenomeno secondo l'ipotesi di questi pur ammettendo i colori accidentali di Buffon.

Tra i molti che si occuparono delle ombre colorate, meritano speciale menzione: il fisico sacerdote Pietro Petrini di Pistoia, il Fechner, il Geothe, ecc.

Si producono ancora le ombre colorate usando l'apparecchio di proiezione ed una lampadina elettrica. Le due ombre di un bastoncino prodotte da queste sorgenti luminose appariranno una del colore proiettato e l'altra del colore complementare.

Le ombre colorate si ottengono pure per mezzo di una candela al lato della quale si ponga uno specchio. Allora producendo sullo schermo due ombre grigie di un bastoncino e ponendo poi un vetro colorato o anche una lastra di gelatina, pure colorata avanti una candela, si vedranno due ombre colorate, delle quali una è del colore del vetro o della gelatina e l'altra del colore complementare.

d - Contrasto marginale

Altro fenomeno interessante è quello del <u>contrasto mar</u>

ginale. Facendo girare un disco bianco sul quale sia disegnata una stella di color nero (fig. 30) avremo al centro una zona circolare di color nero e man mano che si va alla periferia, varie gradazioni di grigio.

Osserveremo però che agli angoli della stella si forma una linea soggettiva più oscura della zona centrale, linea che si ha per contrasto marginale.

Se si adopera invece un disco nero sul quale sia disegnata una stella di color bianco, allora avremo una linea bianca soggettiva agli angoli formati dalle varie punte della stella stessa. Si osserverà ancora che la parte centrale dei dischi non è nella rotazione nè del tutto bianca nè del tutto nera, è piuttosto di un grigio chiaro nel primo caso e di un grigio scuro nel secondo caso. Ciò avviene probabilmente per il fenomeno dell'irradiazione; vale a dire il nero irradia nel bianco e vice versa.

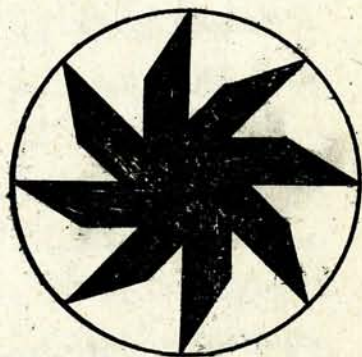



Fig. 30. Disco di Mach

Il primo che osservò il fenomeno del contrasto marginale fu il Mach. E non solo lo si ha con dischi bianchi e neri, ma anche con dischi colorati. In questo caso avremo la linea soggettiva nel colore complementare al fondo che si adopera. Così, ad esempio, se si adopera la stessa figura della stella bianca su fondo giallo, avremo nella rotazione una linea sog-

gettiva bleu; se il fondo è porpora otterremo una linea soggettiva verde, ecc.

Un esempio di contrasto marginale l'abbiamo pure al tramonto, allorchè sul profilo delle montagne si percepisce una linea bianca molto netta.

e- Il fenomeno del Purkinje

Tutti i colori hanno un certo grado di chiarore, ma perchè questo possa essere rilevato occorre che la luce esterna sia molto intensa. Quando i colori vengono percepiti alla luce del crepuscolo avviene un fenomeno molto strano, del quale si occuparono moltissimi autori senza venirne ad una concludente spiegazione e che si denomina "fenomeno del Purkinje", dal nome dello scopritore. Il Purkinje osservò per primo che allorquando la luce è debole, la qualità del colore scompare e vi rimane il chiarore in una gradazione inversa. Cioè mentre alla luce intensa del giorno il colore più chiaro appare il giallo, seguito dal verde, dall'aranciato, dal rosso, dal bleu, dal violetto, alla luce del crepuscolo tutto lo spettro subisce una trasformazione e la gradazione del chiarore si dispone nel seguente modo: prima appare più chiaro il verde poi il bleu, il giallo, il violetto, l'aranciato e il rosso. Il rosso diventa quasi nero e il bleu quasi argentino.

f- I colori metallici

I metalli hanno un color speciale, che sembra sfuggire

alle leggi degli altri colori. Ma se questo poteva sembrare vero quando si credeva che il colore fosse una proprietà dell'oggetto, ora si sa che la sensazione visiva deve dipendere esclusivamente dalle vibrazioni dell'etere (stimolo chinetico), per cui neanche i colori dei metalli debbano sottrarsi a questa legge ed alle condizioni necessarie per la loro percezione. La <u>specialità</u> del colore deve dipendere dal modo in cui la superficie del metallo è colpita dai raggi luminosi e dalla speciale riflessione di questi. Che ciò sia vero risulta da una esperienza semplicissima. I metalli non hanno nulla a che fare con le sostanze organiche. Ma se prendiamo delle lastre di gelatina e ne sovrapponiamo molte le une sulle altre e le arrotoliamo, allora otteniamo i colori dell'oro o dell'argento a seconda se si usano lastre di gelatina gialle o grigie. Detti colori possono essere lucidi od opachi se le lastre di gelatina sono lucide od opache. Il che prova che la diversità del colore dipende in questo caso da condizioni speciali. I raggi che colpiscono una superficie metallica, in parte vengono riflessi da essa, in parte penetrano nella profondità del metallo in modo da produrre una parallassi della vista indiretta. Ciò spiega perchè vediamo il colore metallico anche osservando con un occhio solo (Hirschmann).

g- Sistema tredimensionale dei colori.

Tenendo conto dei vari gradi di chiarore dei colori e della loro disposizione nello spettro, le sensazioni di luce si

possono ordinare in un sistema tridimensionale, così da aver rappresentate tutte le sensazioni visive dalle cromatiche alle acromatiche. E cioè se abbiamo una sfera (fig. 31) e la dividiamo in zone, i cui piani limitanti siano perpendicolari all'asse della sfera stessa, nella zona mediana, che è la maggiore, trovano posto i colori spettrali. Al di sopra di essa nelle altre zone, sono disposti di nuovo i colori, ma non più puri, bensì attenuati man mano con del bianco fino ad avere la calotta superiore perfettamente bianca. Al di sotto della zona mediana sono disposti ancora tutti i colori, con l'aggiunta del nero, fino ad avere, attraverso le varie gradazioni del grigio, la calotta inferiore interamente nera. L'asse che unisce il centro delle due calotte bianca e nera porta su di sè tutti i gradi delle sensazioni acromatiche.

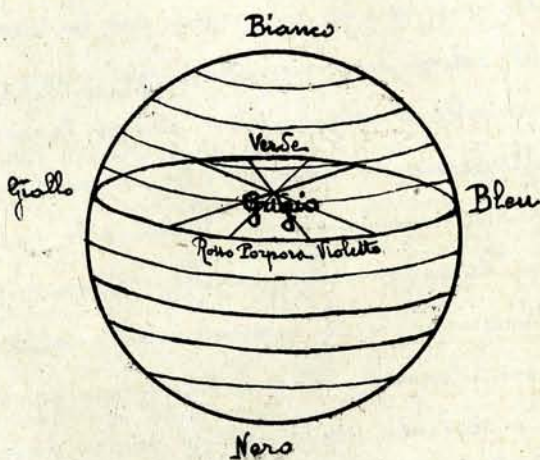



Fig. 31.

h - Le sensazioni entottiche.

Si è parlato più volte della proiezione delle sensazioni visive e cioè si è detto che le sensazioni vengono oggettivate, proiettate fuori di noi.

Un' esperienza che illustra molto bene questo fatto è quella esposta nella figura 32 dove a, b rappresenta la parte della retina illuminata da una sorgente luminosa; v i vasi sanguigni che vi sono nell'occhio; αβ la parte della retina su cui viene a cadere l'ombra dei vasi sanguigni e quindi eccitata; AB il posto dove viene localizzata la sensazione che si viene ad avere.

Fig. 32

Cosicchè illuminando a, b, ad es. con una candela e guardando ad una parete oscura, dopo un pò di tempo, vediamo comparire avanti al nostro occhio una ramificazione come quella riprodotta nella figura 33.

Questa ramificazione è la proiezione molto ingrandita del complesso delle ombre dei vasi retinici, che si trovano nell'occhio.

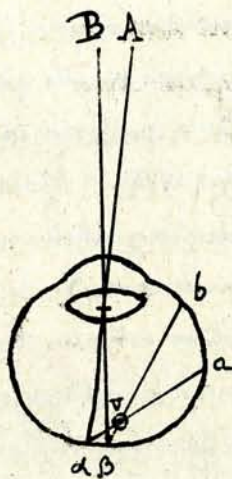
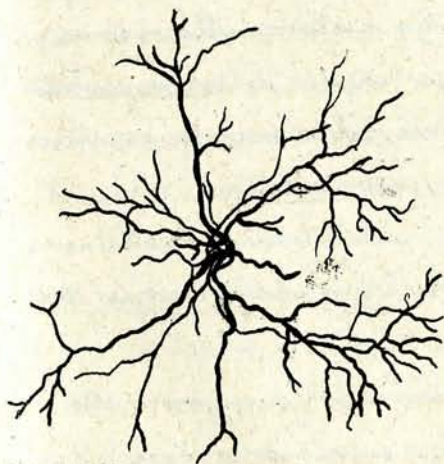



Fig. 33

6_ Teorie dei colori.

Da Aristotele fino ai tempi nostri sono state immaginate molte e svariate ipotesi per cercare di spiegare la percezione dei colori. Le più accreditate teorie della visione colorata sono quelle psicofisiche di Tommaso Young (1807). accettata e perfezionata da Helmholtz (1852), e quella di Hering (1878). Young considerò la numerosa serie dei colori distinguibili nello spettro solare, come risultante delle varie miscele di tre colori semplici o fondamentali: i due colori estremi, vale a dire il rosso e il violetto, e il colore medio dello spettro, vale a dire il verde. Quindi secondo Young tutte le sensazioni colorate sono considerate come risultanti di tre sensazioni fondamentali, qualitativamente costanti e solo variabili per intensità. Per soddisfare al principio delle energie specifiche, parve a Young necessario ammettere che esistano nella retina (anzi in ciascun punto retinico capace di essere eccitato dai tre diversi colori) tre distinte fibre nervose recettrici e cioè quelle pel rosso, pel verde, pel violetto.

Questa teoria parte come si vede dal fenomeno della mescolanza dei colori e si basa sulla legge dell'energia specifica.

Helmholtz, accettando l'ipotesi del Young, ammette che ciascun colore fondamentale è capace di eccitare i tre ipotetici elementi recettori, ma in grado differente, secondo

la diversa lunghezza d'onda. I raggi di maggior lunghezza d'onda eciterebbero al massimo gli elementi sensibili al rosso; quelli di media lunghezza, gli elementi sensibili al verde; quelli infine di minima lunghezza, gli elementi sensibili al violetto.

Se si dispongono orizzontalmente in serie i colori dello spettro dal rosso al violetto (fig. 34), le tre curve rappresentano presso a poco, secondo Helmholtz, l'eccitabilità dei tre elementi nervosi specifici di Young. I raggi rossi eccitano fortemente gli elementi pel rosso e debolmente gli altri due elementi; lo stesso dicasi dei raggi verdi e dei raggi violetti, da cui dipende rispettivamente la sensazione del rosso, del verde e del violetto. Dal diverso rapporto quindi col quale vengono eccitati i tre ordini di fibre ne derivano tutti i vari colori. Ad es.

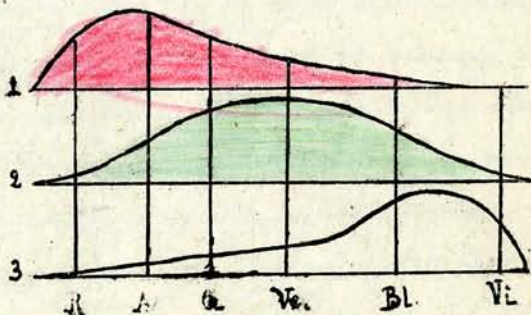



Fig. 34 - Curve dell'eccitabilità dei tre componenti fondamentali della visione dei colori, sec. Helmholtz.
1 - pel rosso; 2 pel verde; 3 - pel violetto

nella percezione dell'aranciato abbiamo un eccitamento maggiore delle fibre rosse, un eccitamento minore delle verdi e un eccitamento minore delle violette. Il bianco risulta secondo Helmholtz, dall'eccitamento pressochè uguale dei tre elementi; il grigio non è che il bianco debolmente illuminato; il nero è il bianco con grado minimo d'illuminazione. Quindi tra il nero, il grigio e il bianco non v'ha alcuna differenza qualitativa, ma solo quantitativa.

Questa teoria ha dominato nella scienza per molto tempo, ma ora non vale più a spiegare tutti i fenomeni che oggidì conosciamo per cui numerose sono le obiezioni che le sono state rivolte, mettendone in rilievo la sua insufficienza.

La teoria di Young - Helmholtz spiega molto bene la mescolanza dei colori, infatti mescolando nei vari loro rapporti il rosso, il verde e il violetto otteniamo tutti i diversi colori. Vediamo ora come spiega invece gli altri fenomeni e facciamo la dovuta critica là dove non riesce a spiegarli. Questa teoria dice che il bianco si ha per eccitamento pressochè uguale dei tre ordini di fibre fondamentali, ora la parte della retina che ci dà la percezione del bianco dovrebbe darci pure quella di qualsiasi colore. Ma ciò non è vero, osservando colla periferia della retina, ove si trovano i bastoncini, si vede benissimo il bianco ma non si percepisce alcun colore. Alla percezione di ogni colore esiste nella retina un campo speciale, detto campo visivo, il quale si può stabilire per mezzo di un apparecchio detto Perimetro. Questi apparecchi sono muniti di un arco di 90 gradi spostabile in tutti i sensi attorno ad una sua estremità, la quale serve pure da punto di fissazione dell'occhio, che si vuol esaminare. L'arco è graduato e su di esso si fanno scorrere i diversi colori, che il soggetto deve osservare colla vista indiretta. Un'esempio di questa esperienza lo si osserva nella figura 35, la quale riporta i campi visivi pel <u>bianco</u> e per quattro colori: <u>giallo</u>, <u>bleu</u>, <u>rosso</u> e <u>verde</u> dell'occhio destro

normale. Orbene se all'estremità dell'arco poniamo un oggetto colorato in rosso e facciamo l'esperienza, il colore non viene percepito nella sua qualità vale a dire come rosso, ma soltanto nel suo chiarore, tanto che esso appare grigio. E solo

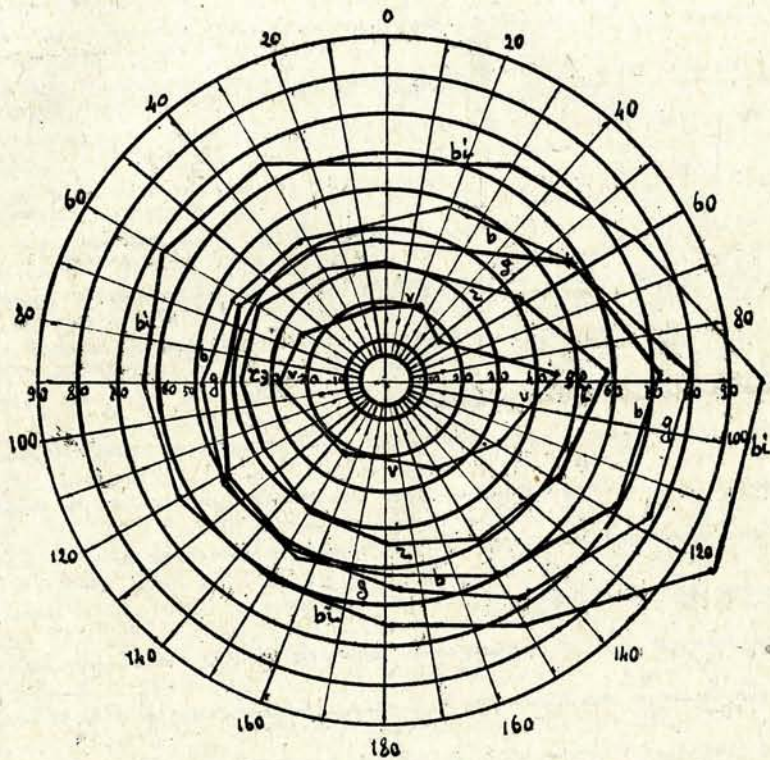



Fig. 35- Campi visivi pel bianco e pei quattro colori principali dell'occhio destro normale di giovane fisiologo.
bi - campo visivo pel bianco; g - campo visivo pel giallo; b - campo visivo pel bleu; r - campo visivo pel rosso; v - campo visivo pel verde.

quando l'oggetto sia spostato verso il centro diventa ad un certo punto percettibile come rosso, prima meno e poi più intensamente. Così un oggetto verde prima lo si percepisce come grigio, poi come bleu e finalmente come verde. Ripetendo l'esperienza

con diverse posizioni dell'arco si riesce facilmente a stabilire il campo visivo per il dato colore.

Il fatto dei campi visivi parla contro la teoria di Young-Helmholtz.

Nella spiegazione del fenomeno delle immagini consecutive, secondo Helmholtz, dobbiamo ricorrere ad un altro fattore, quello cioè della stanchezza, la quale fa sì che, quando un nervo è eccitato per un certo tempo, la sua funzione diventa più debole. Cosicchè quando l'occhio viene eccitato a lungo con un raggio rosso, se viene poi eccitato con un raggio bianco, le fibre del rosso non funzionano più regolarmente perchè stanche, ed allora la funzione regolare è soltanto compiuta da quella del verde e del violetto, le quali danno origine, per mezzo della mescolanza, al colore complementare verde-bleu. La spiegazione non può reggere in quanto con essa si introduce un elemento estraneo, la stanchezza, elemento che, a sua volta, deve essere spiegato. Inoltre non è vero che l'eccitamento che dà luogo all'immagine consecutiva positiva debba essere tanto lungo da provocare una stanchezza della retina, e non è neppure vero che appena iniziata l'esperienza si abbia subito l'immagine consecutiva negativa, la quale, come s'è visto, è sempre preceduta dalla positiva.

Helmholtz spiega poi il fenomeno del contrasto come un errore del nostro giudizio. Quando l'occhio è abituato ad un colore cromatico, egli dice, il colore acromatico si trasforma e questo avviene per uno sbaglio del nostro giudizio.

Evidentemente in questo caso si tratta invece di un fatto fondamentale, la cui spiegazione va cercata nella retina stessa, chè altrimenti non si spiegherebbe perchè mai il giudizio erri sempre nello stesso modo.

La teoria Young-Helmholtz non riesce poi a spiegare il fenomeno del Purkinje.

Con la sua teoria Helmholtz non sa dare una giusta interpretazione sugli adattamenti retinici ammettendo egli che i tre ordini di fibre si trovino in ogni punto della retina. Quando si passa rapidamente da un ambiente ben rischiarato ad uno semioscuro, dapprima si vede assai male, come se l'oscurità fosse completa; ma a poco a poco cominciamo a distinguere grossolanamente gli oggetti, e in seguito sempre meno confusamente finchè dopo parecchi minuti, riusciamo a vedere distintamente le particolarità degli oggetti. Questo fenomeno dicesi <u>adattamento dell'occhio all'oscurità</u>, che è dato da una graduale sensibilità della retina alla luce. Quando poi dopo lunga dimora in un ambiente oscuro o semioscuro si passa improvvisamente in uno bene rischiarato, per la grande sensibilità della retina, la luce riesce dapprima abbagliante, tanto che ci è impossibile la fissazione degli oggetti. Ma a poco a poco, la sensibilità declina, fino a che, dopo pochi minuti, si stabilisce ciò che si dice l'<u>adattamento dell'occhio alla luce</u>.

Per luci di moderata forza, l'adattamento alla luce decorre assai più rapidamente che l'adattamento all'oscurità.

Infine la teoria Helmholtziana non riesce a spiegare il fatto della cecità ai colori. Alcune persone non possono vedere altro che i vari gradi di chiarore dei colori; in questo caso si parla di cecità totale ai colori. Altri invece hanno la possibilità di percepire soltanto due dei colori spettrali, o il rosso e il verde, o il giallo e il bleu; cosicchè lo spettro che essi vedono è costituito da due sole sensazioni cromatiche, rosso e verde o giallo e bleu, fra le quali si ha una zona neutra, la sensazione acromatica del grigio. Le persone che hanno questi difetti si dicono Daltonisti dallo scienziato Dalton che per primo ebbe da occuparsi del fenomeno. La teoria Young-Helmholtz è impossibilitata a dare una spiegazione di questi fatti ammettendo essa, ad esempio, che la sensazione bianca, altro non è se non l'effetto di un lavoro eguale per tutte le fibre, le quali debbono essere tutte eccitate. Se si considera poi come la teoria spiega la percezione dei colori non si spiega come le persone colpite da cecità parziale possono vedere alcuni colori ed altri no.

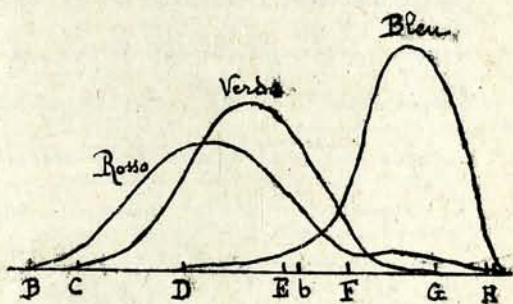



Fig. 36 - Teoria d'Helmholtz modificata dal König

La teoria di Helmholtz ebbe ed ha molti seguaci e tra questi vi fu chi cercò e cerca tuttora di rimuovere le obiezioni che le si fanno. Così il König sostituì il bleu al violetto; col rosso, il verde ed il bleu nel rapporto presentato dalla fig. 36 si possono

pure ottenere tutti i colori intermedi dello spettro.

∴

La teoria psicofisica della visione di Hering è quella che ha ottenuto il miglior successo dopo quella di Young-Helmholtz.

Espos. 7. Per comprendere la teoria dell' Hering è bene ricordare il fenomeno della porpora visiva, sostanza rossa, che secerne dalla punta dei bastoncini della retina e che si scolora alla luce, ricostituendosi all'oscuro. Lo scopritore di questo fenomeno fu il Boll (1876). Quando si guarda allo stato fresco la retina di una rana o di un coniglio tenuti all'oscuro per parecchie ore, essa appare di color rosso e impallidisce abbastanza rapidamente alla luce. Secondo Boll la porpora retinica si riforma continuamente a misura che si consuma. Il Boll stesso intravide tutta l'importanza che questo fatto poteva assumere per la teoria della visione.

Il Kühne, che continuò gli studi sulla porpora visiva, riuscì ad ottenere degli ottogrammi ossia delle immagini fotografiche fisse sulla retina dei conigli o delle rane come avviene sulle lastre fotografiche.

Espose a tale intento per un minuto e mezzo davanti alla finestra gli occhi atropinizzati di conigli e rane previamente tenuti all'oscuro, quindi li sacrificò, ne isolò la retina e ne fissò le immagini mediante processi speciali. La fig. 37 riporta un

Fig. 37 Ottogramma o fotografia della retina ottenuta da Kühne

bianco le parte rischiarate dalla finestra.

A base della visione cromatica ed acromatica stanno, secondo Hering, negli elementi sensibili della retina, tre diverse sostanze psicofisiche visive che continuamente si consumano e si ricostituiscono. Una di queste sostanze è il sostrato fisiologico delle sensazioni acromatiche, vale a dire della visione del bianco e del nero; le altre due sostanze sono il sostrato delle sensazioni cromatiche. Ai tre colori fondamentali di Young-Helmholtz, egli contrappone i quattro colori principali dello spettro (già segnalati da Leonardo da Vinci), rappresentati dal rosso, dal giallo, dal verde, dal bleu, che egli distingue in due coppie di colori opposti, la coppia rosso-verde e la coppia giallo-bleu, a ciascuna delle quali assegna come sostrato una speciale sostanza psicofisica visiva. Le tre sostanze visive (che, come abbiamo detto, continuamente si formano e si consumano) sono sedi di due processi antagonistici contemporanei, uno assimilativo e l'altro dissimilativo.

Quando prevale il processo dissimilativo si hanno le sensazioni del bianco, del rosso, del giallo; quando prevale il processo assimilativo si hanno le sensazioni del nero, del verde del bleu; quando i due opposti processi si fanno equilibrio, si ha la sensazione del grigio (per la miscela del bianco col nero), oppure la sensazione del bianco (per la miscela delle coppie di colori opposti, che annulla il carattere cromatico della sensazione).

Secondo la teoria di Hering, l'organo visivo contiene assai

1ª Sostanza = bianco-nera
2ª " = rosso-verde
3ª = giallo-bleu

maggior copia di sostanza bianco-nera, che di sostanze rosso verde o giallo bleu. Conseguentemente anche i processi assimilativi e dissimilativi nella prima sostanza (acromatica) sono assai più considerevoli che nelle altre due sostanze (cromatiche). Ciò vale a spiegare perchè le sensazioni colorate appaiono solo in speciali circostanze favorevoli, e per solito sono associate a contemporanee sensazioni acromatiche, che ne diminuiscono la saturazione.

Secondo Hering la sostanza gialla bleu è decomposta dai raggi a lunga onda, ricostituita da quelli a onda corta, con un solo punto neutro in corrispondenza del raggio di 495 millesimi di mm. mentre nel rosso-verde abbiamo due volte il processo di dissimilazione provocato dai raggi a onda lunga e ad onda corta, fra i quali due processi trova posto quello di assimilazione, che deve la sua origine all'azione dei raggi intermedi, per cui si hanno in questo caso due punti neutri in corrispondenza dei due raggi di 575 e 470 millesimi di mm.

Possiamo renderci conto del come avvenga l'azione dei raggi luminosi nelle tre sostanze, osservando la figura 38, nella quale le curve, che stanno al di sopra della

scissa, rappresentano i processi di assimilazione, mentre quelle che stanno al disotto del. l'ascissa rappresentano il processo inverso dell'assimilazione.

Fig. 38_ Teoria di Hering.
A_ sostanza bianco-nera; B_ sostanza bleu-gialla; C_ sostanza rosso-verde.

Si noti che, mentre nelle due sostanze gialla-bleu e rosso-verde l'assimilazione è data dallo stimolo esterno, e cioè dal raggio a onda corta _ eccezione fatta pel violetto che vi produce sempre dissimilazione _ nel caso della giallo-bleu, dal raggio a onda media nel caso della rosso-verde, nella sostanza bianco-nera il processo assimilativo si produce sempre ed esclusivamente sotto l'azione di uno stimolo, di un impulso interno proprio della sostanza stessa. Dalla diversa azione di ciascun raggio sulle tre sostanze dipende la percezione dei vari colori.

La teoria heringhiana non è inferiore a quella di Helmholtz rispetto alla mescolanza dei colori; ma è superiore ad essa per ciò che riguarda tutti gli altri fenomeni che abbiamo studiato.

Quattro sono adunque i colori fondamentali e non più tre come sostenne Helmholtz. Tutti gli altri colori derivano dal vario modo di comportarsi di questi quattro,

complementarismo
contrasto
imagine consecutiva
fen. di Purkinje
- impos.
tenuità dei colori

cioè per essere più esatti, dal vario modo di comportarsi delle tre sostanze psicofisiche sotto l'azione dello stimolo luminoso.

I colori fondamentali sono dall' Hering disposti, come nella figura 39, a forma di anello e corrispondono alle grandi impressioni, che sono date dal mondo esterno: il rosso, dal sangue; il verde, dalla vegetazione; il bleu, dal cielo; il giallo, dagli astri. Il bianco ed il nero sono sensazioni acromatiche: essi si aggiungono sempre alla percezione degli altri colori, ai quali conferiscono, a seconda del rapporto, i vari gradi di chiarore. Tutti i raggi, colpendo le due sostanze giallo-bleu e rosso-verde possono produrvi a seconda della loro qualità, dissimilazione ed assimilazione; ma essi agiscono pure e sempre sulla sostanza bianco-nera, producendovi dissimilazione, cosicchè ad ogni colore viene ad aggiungersi sempre un po di bianco e di nero, spiegandosi in tal modo il chiarore. Il chiarore, quindi, dipende dalla varia quantità di bianco e di nero, che si aggiunge al colore dello spettro. Così il massimo di chiarore

Fig. 39 - Anello di Hering.
R - rosso; V - verde; B - bleu; G - giallo -

lo si dovrebbe avere al centro dello spettro solare: Ciò però non è esatto, in quanto il massimo grado di esso è spostato verso il giallo. L'Hering sostiene inoltre che i colori hanno anche un chiarore specifico.

Il complementarismo è spiegato facilmente colla teoria di Hering. Essendo eccitata la retina contemporaneamente da stimoli di dissimilazione e di assimilazione vi è nelle rispettive sostanze equilibrio, ma resta pur sempre eccitata la sostanza bianca nera. È per ciò che risulta in tal caso la sensazione acromatica (complementarismo).

Secondo l'Hering, la spiegazione da darsi al fenomeno del contrasto è la seguente: l'eccitamento dato da uno stimolo alla sostanza visiva in un determinato senso, produce il processo contrario nelle parti vicine al punto eccitato e nella medesima sostanza, la quale nel ricostituirsi fa nascere la sensazione contraria.

Lo stesso dicasi dell'immagine consecutiva. Mentre la sensazione primaria è dovuta all'eccitamento della retina per mezzo di uno stimolo interno, l'immagine consecutiva dipende dal rispettivo processo di ricostruzione; cioè ai processi di dissimilazione, e di assimilazione, susseguono, allorquando lo stimolo viene tolto, i corrispondenti processi contrarii.

Quanto al fenomeno del Purkinje, Hering ricorre all'ipotesi, che tutti i raggi luminosi agiscono con maggior intensità nella sostanza bianca-nera, con intensità

minore su quella rossa-verde ed anche meno intensamente sulla giallo-bleu. Ammessa questa diversa sensibilità, appare evidente e naturale che la sostanza bianco-nera reagisce già a stimoli debolissimi, i quali non possono eccitare le sostanze cromatiche. Perciò si vede in questo caso lo spettro senza colori come lo vedono le persone colpite da cecità totale ai colori. Aumentando la luce esterna incomincia a reagire dapprima la sostanza rossa-verde e poi quella gialla bleu. Così lo spettro acquista colore. Ma per causa del chiarore specifico dei colori dissimilanti e della oscurità specifica di quelli assimilanti, lo spettro non si rischiara in tutte le sue parti in egual modo, ma con un certo acceleramento ove predominano i colori dissimilanti e con un rallentamento ove predominano i colori assimilanti. Così si spiega, secondo Hering, lo strano fenomeno del Purkinje.

Infine, il perchè della impossibilità di percepire con la vista indiretta i colori degli oggetti, va cercato nella specialissima distribuzione delle tre sostanze nella retina, la periferia della quale è caratterizzata dalla presenza della sola sostanza bianco-nera, che, verso l'interno si unisce alla gialla-bleu ed in seguito anche alla rossa-verde.

Quanto alla cecità dei colori, in accordo con la sua teoria, Hering distingue due forme di cecità parziale pei colori: la cecità pel rosso-verde e quella pel giallo-bleu, secondo che difetta l'una o l'altra sostanza visiva cromatica. Quando difettano ambedue si ha la cecità totale pei colori.

Sono innegabili i vantaggi che presenta questa teoria per l'interpretazione psicofisica del complesso dei fenomeni della visione. Tuttavia con un esame critico approfondito di questi, si mettono in rilievo alcuni punti scuri, difficili a risolvere colla teoria di Hering, senza il sussidio di altre ipotesi sussidiarie. Per esempio il von Kries, con accurate ricerche, è riuscito a dimostrare l'esistenza di due tipi nettamente distinti di cecità pel rosso-verde che non sono spiegabili nè colla teoria di Young-Helmholtz nè con quella di Hering. Inoltre fu detta arbitraria la scelta, fatta da Hering, delle tinte del rosso e del verde, delle quali la prima si avvicina piuttosto al porpora.

Stabilendo infine i campi visivi e cioè con quali parti della retina si percepiscano i vari colori si è osservato (vedi fig. 35) un fatto certamente degno di nota. Se la teoria di Hering fosse assoluta, la percezione, ad esempio, del verde e del rosso dovrebbe sempre cadere, secondo Kiesow, nella stessa regione, mentre i campi visivi per i vari colori non sembrano ben coincidere secondo quanto dovrebbe esigersi secondo la teoria dell' Hering. È quindi probabile che entrino in azione altri fattori, ammenochè non si tratti semplicemente di fatti perturbatori, quali i difetti degli apparecchi d'osservazione, il colore giallastro, che ha il cristallino, il pigmento di color giallo, che si trova intorno alla fovea centrale, ecc.

*

* *

Dato così uno sguardo generale alle due teorie dei colori che vigono e le cui scuole ancora oggidì cercano di sostenere con lavori sperimentali le loro ipotesi, ricordiamo ancora come autori insigni portarono in questo campo contributi nuovi che potranno in seguito esercitare un prezioso aiuto alla ricerca della verità.

Circa vent'anni fa il von Kries, della scuola di Helmholtz, per mezzo del perimetro scoperse, dopo pazienti ricerche, che nella fovea centrale non si verifica il fenomeno del Purkinje, il quale è percepito benissimo invece nelle altre parti della retina. Continuando poi le ricerche, concluse che i bastoncini agiscono alla luce debole e crepuscolare e i coni alla luce intensa, cioè che i bastoncini servono per la percezione delle sensazioni acromatiche, i coni per le sensazioni cromatiche. La teoria di von Kries viene denominata: "Teoria della duplicità funzionale". Secondo von Kries, resta intatta l'ipotesi dei tre colori fondamentali di Helmholtz, dipendenti dal funzionamento dei soli coni, mentre i bastoncini non sarebbero capaci di farci percepire che sensazioni grigie. Per conseguenza anche dal funzionamento dei coni (secondo il rapporto stabilito da Helmholtz) si avrebbe la sensazione bianca. Con questa teoria della duplicità funzionale della retina von Kries cerca di spiegare anche gli altri fenomeni che abbiamo studiato.

bast = acrom

coni = crom

Per verificare l'attendibilità di questa teoria della duplicità funzionale della retina, furono fatte, in questi ul-

timi anni, molte ricerche attorno alla cosidetta " corrente d'azione". A Berlino, per esempio, nel laboratorio del Piper, allievo di von Kries, l'italiano A Brassa, in collaborazione con Kohlrausch, ebbe campo di studiare sperimentalmente su questo fenomeno.

Circa 50 anni fa lo scandinavo Holgren scopriva le correnti d'azione della retina, cioè ogni volta che la retina viene eccitata da un raggio di luce si sviluppa in essa una corrente elettrica. Più tardi si trovò che queste correnti sono caratteristiche per ogni movimento della nostra vita fisiologica. Molti autori si occuparono poi del fenomeno e fra questi Himstedt e Nagel studiarono gli effetti fotoelettrici della retina della rana con diversi colori spettrali, osservando che per ciascuna lunghezza d'onda vi è una data deviazione del galvanometro. Questi autori, i cui risultati furono pure confermati dal Piper, giunsero a fatti che non sono in contraddizione colla teoria di von Kries. Brossa e Kohlrausch, nel loro accurato studio, adoperando galvanometri della massima precisione (Einthoven), e lavorando con colori spettrali trovarono nei piccioni che hanno l'occhio presso a poco uguale a quello dell'uomo, una differente corrente d'azione pei tre colori fondamentali e cioè pel rosso, pel giallo-verde e pel bleu.

La fig. 40 riporta le curve della corrente d'azione dei tre colori fondamentali ed in esse gli autori distinguono un breve periodo di latenza, alla quale segue una certa oscillazione negativa, che non si verifica sempre. Si hanno

poi tre oscillazioni principali: oscillazione positiva primaria, in seguito alla quale le curve salgono lentamente fino a raggiungere un valore massimo dando così luogo alla oscillazione positiva secondaria. Terminato lo stimo-

Direzione P

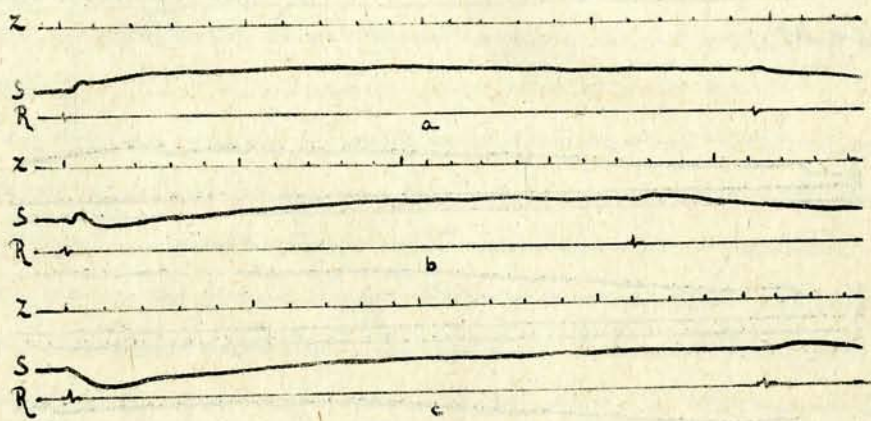



Fig. 40 - S - corrente d'azione; R - inizio e termine della eccitazione luminosa; Z - intervalli di tempo di 1/50", a - rossa; b - giallo-verde; c - bleu.

lo luminoso, dopo un breve periodo di latenza si ha ancora una deviazione positiva del galvanometro, la oscillazione postuma e poi le curve riprendono i valori della corrente di riposo. La maggior intensità della corrente si verifica per il colore giallo-verdastro. Nelle curve per il rosso e per il bleu si vedono differenze qualitative che in parte possono persino dirsi antagonistiche.

Dagli esperimenti del Brossa e del Kohlrausch si vede chiaramente come negli animali che hanno occhi dotati di coni in prevalenza vi sia veramente una reazione qua-

litativa della retina.

Invece negli animali che hanno gli occhi dotati in prevalenza di bastoncini (gli animali notturni) la corrente d'azione è uguale per tutti i colori, cioè non hanno una reazione qualitativa della retina per i diversi colori (fig. 41).

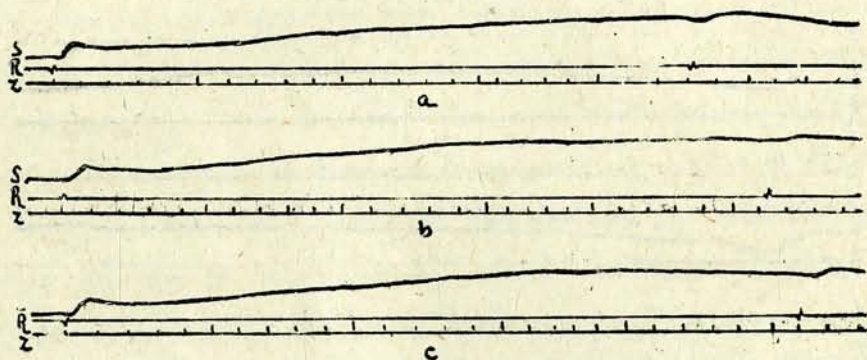



Fig. 41 - S, R, Z hanno lo stesso significato che nella figura precedente.
a - rosso; b - giallo-verde; c - bleu

Questi risultati sono senza dubbio molto importanti e parlano certamente in favore della differenza funzionale che devesi ammettere per i coni ed i bastoncini. Ma non ci pare che spieghi anche gli altri fenomeni della visione. La spiegazione di questa è ancora un problema, saranno necessarie altre faticose ricerche per risolverlo. Si ricorda tuttavia che la corrente d'azione non rappresenta il processo psicofisico, ma soltanto un fenomeno che lo accompagna.

Le rappresentazioni

a - Le rappresentazioni in generale

La rappresentazione è una formazione psichica che si ha dalla fusione di elementi oggettivabili (sensazioni) dovuti ad eccitamento periferico oppure a riproduzione centrale.

Per capire la natura delle rappresentazioni occorre ricordare che le sensazioni non sono mai isolate nella nostra coscienza, ma esse tendono a combinarsi, a fondersi, così da creare, per la legge della sintesi creatrice, qualcosa di nuovo non contenuto nei singoli elementi. Non altrimenti si verifica nel campo della chimica, la quale ci insegna, che se si combina, ad es., in una certa proporzione quantitativa l'ossigeno con l'idrogeno, si ottiene come risultato della combinazione una sostanza nuova, l'acqua, che non è ossigeno, non è idrogeno, e non è neppure il risultato della sommazione dei due corpi semplici.

Il processo che sta a base delle rappresentazioni è quello della fusione; la legge psichica, che presiede al loro sviluppo è la legge della sintesi creatrice.

Le rappresentazioni quindi non sono altro che il prodotto della fusione di due o più sensazioni appartenenti allo stesso campo sensoriale oppure a campi sensoriali diversi; formazioni psichiche, cioè, che stanno al lato oggettivo della coscienza, e che, perchè tali, vengono localiz-

rate in un dato punto dello spazio, compreso il proprio organismo. In generale questo punto è quello dal quale parte lo stimolo. Tutto ciò che noi sappiamo del mondo esterno non è altro che un insieme delle rappresentazioni che si formano in noi. Non già che si tratti di illusioni ma di proprie e vere realtà psichiche, di formazioni che si sviluppano nella nostra coscienza, che non esistono se non nella nostra coscienza stessa e che sono proprietà nostra.

Volendo cercare il principio dei due concetti fondamentali che stanno a base della scienza moderna, bisogna risalire fino alla scuola eleatica e a quella di Eraclito. Di queste due scuole, la prima crea il concetto della sostanza eternamente in riposo, trovantesi al di là del percepibile, mentre la seconda afferma che il movimento continuo ed eterno stesso è il vero essere. Nella scuola eleatica sono celebri le dimostrazioni di Zenone, colle quali questi cerca di arrivare, per mezzo della dialettica, al vero essere sempre riposante, mentre invece Eraclito prende come simbolo della sua affermazione il fuoco. Ci voleva il genio di Platone per riconciliare questi due principi apparentemente in contraddizione tra di loro. Il vero essere sono, secondo Platone, le idee che egli pone in un mondo trascendente (principio eleatico), mentre il mondo, come lo percepiamo, e che cambia continuamente, resta in fondo una illusione (principio eracleo). Platone deve quindi ammettere idee in-

nate. Il suo grande allievo Aristotele combatte questa teoria negando che vi siano idee innate. Secondo Aristotele il concetto è immanente nelle cose; secondo Platone, invece, esso è trascendente (l'idea platonica è l'oggetto del concetto).

Nella scienza moderna il principio eleatico, cioè quello della sostanza, è il principio della scienza della natura (concetto della materia), mentre il principio eracleo, cioè quello dell'eterno flusso, è il principio che sta a base della Psicologia e di tutte le scienze dello spirito (principio dell'attualità dell'anima).

Ogni teoria della conoscenza pertanto deve rispondere a due domande principali: a) che cosa è quello che conosciamo? b) come arriviamo alla nostra conoscenza? Le due domande riguardano quindi l'essenza della nostra conoscenza e l'origine di essa. Alla prima rispondono il realismo e l'idealismo; alla seconda, l'empirismo e il razionalismo.

Secondo il realismo la rappresentazione è identica all'oggetto, l'immagine che si forma in noi è un *alterum idem* dell'oggetto. Secondo l'idealismo la rappresentazione è assolutamente diversa dall'oggetto esterno.

L'empirismo afferma che le rappresentazioni ci pervengono o si producono in noi in seguito all'esperienza; secondo il razionalismo, invece, ciò avviene per mezzo della ragione.

Riassumendo in breve il nostro indirizzo, possiamo dire che

siamo idealisti in quanto che tutte le nostre rappresentazioni sono proprietà del soggetto, ma siamo nel tempo stesso empiristi in quanto l'intero contenuto della coscienza può svilupparsi soltanto per mezzo dell'esperienza.

6. Le rappresentazioni visive.

I problemi che dobbiamo trattare ora riguardano la conoscenza che noi acquistiamo degli oggetti mediante la visione, cioè dobbiamo studiare il come noi percepiamo gli oggetti esterni oltre che nel loro colore e chiarore, eziandio nella loro forma, nella loro distanza, nella loro grandezza, nei loro movimenti. Per quanto riguarda i colori e i gradi di chiarore, che le rappresentazioni acquistano, basta ricordare ciò che fu detto nei capitoli precedenti. Per comprendere le altre proprietà, è necessario conoscere prima di tutto le condizioni anatomico-fisiologiche necessarie perchè esse possano prodursi. Queste condizioni stanno principalmente nei muscoli oculari che si dividono in muscoli esterni e in muscoli interni.

I muscoli esterni sono sei: il retto esterno, il retto interno, il retto superiore, il retto inferiore, il grande obliquo e il piccolo obliquo. Questi muscoli sono attaccati anteriormente alla parte ossea che contorna il forame ottico, ad eccezione del piccolo obliquo che si inserisce nella parte laterale ~~dell'orbita~~.

I retti esterni ed interni servono a muovere l'occhio

in senso orizzontale rispettivamente verso l'esterno e verso l'interno. I retti superiore ed inferiore, accompagnati nei movimenti rispettivamente dagli obliqui inferiore e superiore, servono a muovere l'occhio in senso verticale ed obliquo e cioè il retto superiore, nel suo movimento in alto, è corretto dall'obliquo inferiore, e il retto inferiore dall'obliquo superiore.

Per rappresentarci come questi muscoli attuano i movimenti dell'occhio, è necessario ammettere che tutti questi movimenti sono di natura rotatoria attorno ad un determinato punto ideale nell'interno dell'occhio, che dicesi centro di rotazione dell'occhio. La posizione di questo centro varia alquanto secondo la forma dell'occhio: nell'occhio normale si trova a 13,5 mm. di distanza dalla sommità della cornea.

I movimenti di ambedue gli occhi, in condizioni normali, sono tra loro intimamente connessi: essi si muovono contemporaneamente. La mobilità è più limitata in senso verticale che in senso orizzontale; sono più limitati i movimenti all'insù che all'ingiù. Questa limitazione dei movimenti dell'occhio ha una grande importanza per le percezioni visive che studieremo in seguito.

I muscoli interni dell'occhio sono: a) i muscoli dell'iride, di cui abbiamo già parlato. Ricordiamo che i movimenti pupillari sono atti riflessi. In condizioni normali le due pupille presentano la stessa ampiezza e reagiscono in identico modo contemporaneamente nei due occhi ai

diversi stimoli, 3) il muscolo o corpo ciliare, il quale circonda il cristallino e serve all'accomodamento dell'occhio, cioè a far sì che si abbia sulla retina sempre un'immagine netta. Il muscolo ciliare serve a modificare la superficie di curvatura del cristallino a seconda della distanza dell'oggetto dall'occhio ed a modificare perciò l'angolo di rifrazione dei raggi luminosi. Prima di andare avanti è necessario ricordare alcuni principi di ottica.

Quando un raggio di luce passa da un mezzo ad un altro, separati da una superficie piana, esso procede in linea retta dall'uno altro mezzo, oppure assume un'altra direzione, vale a dire si rifrange, secondo che cada in direzione normale oppure in direzione obliqua al piano di separazione dei due mezzi. Siano M M' i due mezzi (fig. 42) AB rappresenti la superficie limitante, CD il raggio normale, e ED il raggio obliquo rispetto al piano AB. La figura dimostra che CD passa da M ad M' senza deviare, mentre ED assume la direzione DE' avvicinandosi alla normale DD'. Il raggio incidente e il raggio rifratto si trovano nello stesso piano. L'angolo i dicesi angolo d'incidenza, l'angolo r dicesi angolo di ri-

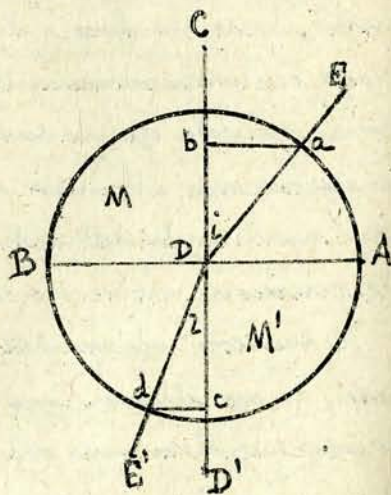



Fig. 42.

frazione. Il rapporto tra il seno dell'angolo d'incidenza e il seno dell'angolo di rifrazione, ossia tra i segmenti <u>ab</u> e <u>cd</u> dicesi indice di rifrazione.
Detto rapporto fra due determinati mezzi è una costante, che si suole indicare con <u>n</u>. Il valore di <u>n</u> si misura riferendosi sempre al caso che il raggio luminoso passi dall'aria ad un mezzo più denso. Nel passare, per es., dall'aria nell'acqua, il raggio devia in tal misura che <u>ab</u> sta a seno <u>cd</u> come 4:3. L'indice di rifrazione dell'acqua è quindi = 4/3 (più precisamente = 1,336). Quello del vetro è = 3/2 (= 1,5)

L'apparecchio diottrico dell'occhio costituisce un sistema assai complesso di mezzi rifrangenti quali: la cornea, l'umor acqueo, la lente, il corpo vitreo. L'indice di rifrazione di questi mezzi varia da 1,3360 (corpo vitreo) a 1,4215 (lente). Secondo questi dati si riuscì a costruire un occhio schematico o occhio ridotto.

Nella fig. 43 è indicato l'andamento dei fasci luminosi partenti da due punti dell'oggetto esterno. In realtà eguali

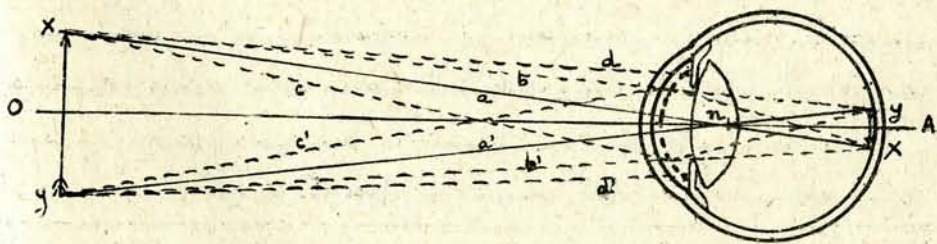



Fig. 43.

fasci partono da ogni punto dell'oggetto. Tra i raggi costituenti un fascio, uno non viene rifratto mentre gli altri vengono in parte rifratti e in parte assorbiti. I raggi che non vengono rifratti si dicono raggi di direzione o linee direttive. Essi si incrociano in un punto della lente detto punto nodale dell'occhio.(1) L'angolo che formano tra di loro due linee direttive dicesi angolo visivo. Nella figura 43 i raggi a b c d ed a'b'c'd' rappresentano interi fasci luminosi. Le linee XX ed YY sono linee direttive; n è il punto nodale; l'angolo X n Y' è un angolo visivo.

Tutti i raggi rifratti e i raggi direttivi si riuniscono poi nel medesimo punto della retina. In questo modo si forma in quest'ultima un'immagine dell'oggetto esterno, immagine che è più piccola ed inoltre rovesciata.

Qui sorge un problema ed è questo: perchè noi vediamo l'oggetto come è e non rovesciato come ci dimostra l'immagine retinica. Il problema fu spiegato in vari modi, ma non regge nessuna teoria che non tenga conto del fatto che noi in realtà non vediamo mica l'immagine retinica, ma l'oggetto, se noi volessimo vedere l'immagine retinica dovremmo avere un altro occhio dietro la retina. L'immagine rovesciata è un fenomeno fisico che si verifica in ogni camera oscura e apparecchi simili, come pure nella retina dell'occhio artificiale o sullo schermo del

---

(1) Nell'occhio reale vi sono in verità due punti nodali. Per facilitarne l'orientamento, nell'occhio sistematico se ne rappresenta uno solo che sta tra i due punti reali.

banco ottico (fig 44). Noi vediamo l'oggetto come è perchè le impressioni visive vengono localizzate, come fu già spie-

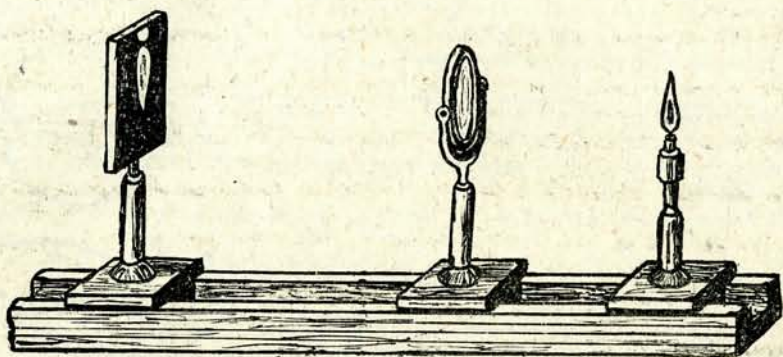



Fig. 44 - Banco ottico

gato, nei punti dello spazio dai quali partono gli stimoli, cioè, nel caso della fig. 43, i raggi luminosi.

L'occhio normale o emmetropico in riposo è accomodato ad oggetti di grande distanza vale a dire di questi oggetti si forma sulla retina un'immagine precisa. Per oggetti di poca distanza occorre sempre un accomodamento speciale che si ha per mezzo del muscolo ciliare (adattamento rifrattivo) Perchè ciò possa avvenire l'occhio deve essere di una data lunghezza cioè di 23,5 cm. Un tale occhio dicesi di lunghezza normale o emmetropico. Quando l'occhio è più lungo del normale si ha il fenomeno della miopia. In questo caso i raggi che entrano nell'occhio non possono riunirsi in punti della retina stessa, ma si riuniscono invece in punti che stanno davanti alla retina e su

si questa si ha quindi un'immagine diffusa. Per corregge-
re un tal difetto bisogna far uso di una lente biconcava (fig.45)

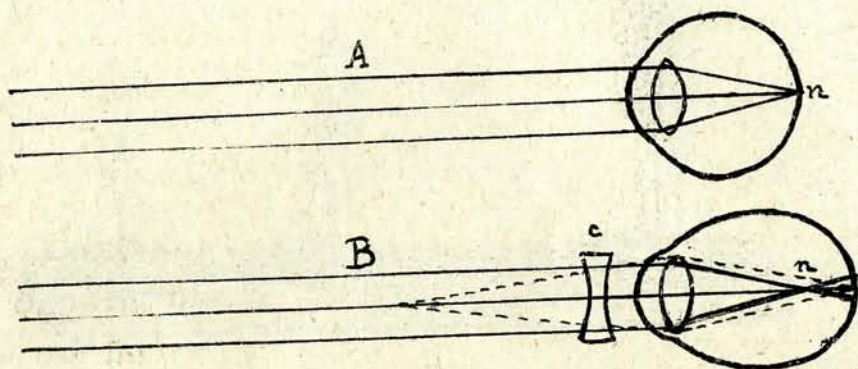



Fig. 45- Rappresentazione schematica dell'occhio normale (A) e dell'occhio miope (B). La linea punteggiata in B rappresenta la correzione portata all'occhio miope mediante la lente biconvessa c.

Quando l'occhio è troppo corto (occhio ipermetropo) si ha l'ef-
fetto contrario. I raggi si riuniscono al di là della retina, nel
qual caso si produce su di questa una immagine diffusa.
Per correggere tale difetto si adopera una lente biconvessa (fig.46)

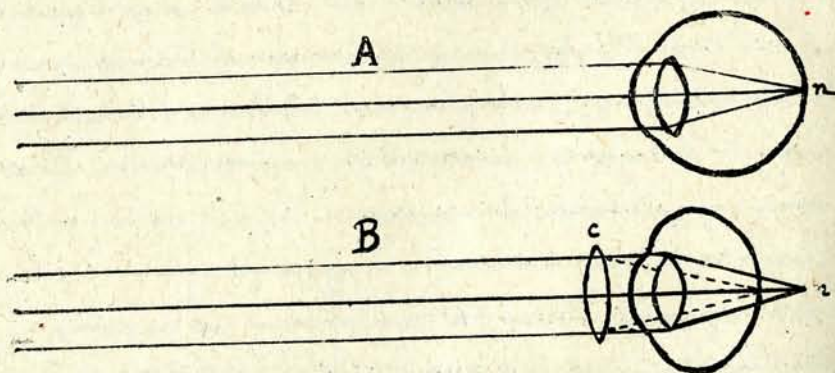



Fig.46- Rappresentazione schematica dell'occhio normale (A) e dell'occhio ipermetropo (B). La linea punteggiata in B rappresenta la correzione portata all'occhio ipermetropo mediante la lente biconcava C.

Un altro difetto dell'occhio è quello della presbiopia che si verifica, quando l'individuo umano arriva ad una data età (45 - 50 anni). Questo difetto dipende dal fatto che la sostanza del cristallino non è più elastica e quindi non si può più avere un cambiamento di curvatura della faccia anteriore della lente. L'effetto è uguale a quello dell'ipermetropia e si corregge pure con una lente biconvessa.

Il grado di adattamento, vale a dire di aumento attivo della curvatura della lente cresce gradualmente coll'aumentare della vicinanza dell'oggetto fissato dall'occhio.

Il fenomeno dell'adattamento rifrattivo dell'occhio alle distanze si può osservare per mezzo delle immagini riflesse dalle superficie della cornea, e dalle facce anteriore e posteriore del cristallino, delle immagini di Purkinje-Sanson, dal nome degli autori che primi le descrissero.

Per osservare queste immagini, si colloca la fiamma di una candela alla distanza di circa 50 cm. alla stessa altezza dell'occhio da osservare, e in guisa che la linea che congiunge la fiamma coll'occhio da osservare, formi un angolo di circa 35 gradi coll'asse ottico del medesimo (fig. 47). S'invita il soggetto a fissare un punto

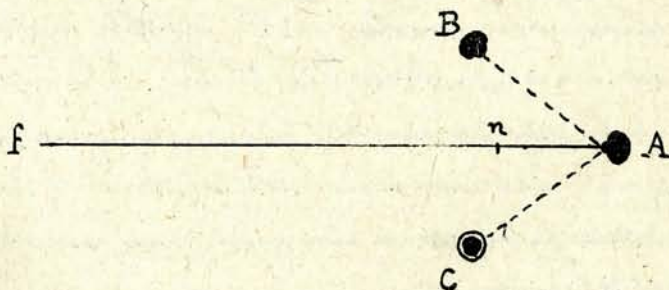



Fig. 47 - Esperienza di Purkinje - Sanson. A occhio del soggetto; B - occhio dell'osservatore; C - sorgente luminosa; f - n - punti di fissazione (lontano e vicino).

assai lontano per escludere qualsiasi attività del meccanismo dell'adattamento rifrattivo. L'osservatore pone il suo occhio alla distanza richiesta per la visione netta, allo stesso livello dell'occhio osservato, e in guisa che il suo asse ottico formi presso a poco lo stesso angolo che dall'altro lato forma la direzione della fiamma coll'occhio osservato. In queste condizioni l'osservatore vede facilmente nell'occhio osservato tre diverse immagini della fiamma, nell'ordine indicato dalla fig. 48 - Ora se mentre si guardano dall'osservatore le dette immagini speculari, s'invita il soggetto a fissare un oggetto vicino, si osserva che le immagini date dalla cornea e dalla faccia posteriore della lente non cambiano, mentre invece l'immagine data dalla superficie anteriore del cristallino diventa notabilmente più piccola, il che dimostra che durante l'adattamento rifrattivo aumenta la convessità della faccia anteriore della lente. L'esperimento è assai facilitato se invece dell'immagine della fiamma della candela si fa riflettere dall'occhio l'immagine di due quadratini luminosi. In questo caso come si vede nella figura 49, le due immagini date dalla superficie anteriore del cristallino durante l'adattamento rifrattivo non solo s'impiccioliscono ma si avvicinano sensibilmente.

Fig. 48

Immagini speculari della fiamma di una candela, riflessa dalla cornea (a), dalla superficie anteriore del cristallino (b), e dalla superficie posteriore del cristallino (c).

Fig. 49_ Dimostra come cambiano le immagini speculari di Purkinje, mettendo in azione il meccanismo dell'adattamento rifrattivo. A durante la visione a distanza; B_ durante la visione in vicinanza; a_ immagine speculare della cornea; b_ della superficie ant. del cristallino; c_ della superficie posteriore del cristallino.

Il fenomeno dell'adattamento rifrattivo ha luogo mediante la contrazione del muscolo ciliare e sul diagramma della figura 50 abbiamo rappresentato la posizione del muscolo ciliare e del cristallino per la visione a distanza e in vicinanza.

La importante funzione dell'adattamento rifrattivo è circoscritta entro determinati limiti entro i quali è possibile la visione distinta di un oggetto variamente distante dall'occhio. Si suole distinguere un punto remoto e un punto prossimo.

Fig. 50_ Rappresentazione schematica della parte anteriore dell'occhio: a sinistra disposto per la visione a distanza; a destra per la visione in vicinanza.

Dicesi *punto prossimo* quel punto dello spazio dal quale - durante la <u>massima curvatura della lente</u> - è possibile la formazione di una immagine netta sulla retina (distanza dall'occhio di 12 a 25 cm.)

Dicesi *punto remoto* della visione distinta quel punto dello spazio pel quale l'occhio è adattato durante il minimo grado possibile di curvatura della lente (punto di grande distanza).

L'aumento di curvatura della lente è nullo nel punto remoto, è massimo nel punto prossimo, va cioè aumentando progressivamente da quello a questo, cosicchè quando si guarda a distanza, l'occhio riposa; quando invece si guarda da vicino, l'occhio lavora e dopo qualche tempo si stanca.

Il potere delle lenti che si usano nei vari gradi dei difetti dell'occhio sopradescritto, si misura in *diotrie*. La diotria è uguale al valore reciproco della distanza focale; se questa è uguale ad un metro, si ha una diotria; se ne hanno due quando la distanza focale è uguale a 50 cm; quattro per una distanza di 25 cm. ecc.

Studiamo ora un altro fenomeno importantissimo, cerchiamo cioè di spiegare, perchè mai, pur guardando coi due occhi un oggetto solo, non si vedono due oggetti, come mai le due immagini retiniche, che pur debbono essere un po diverse fra loro, diano origine ad una sola percezione visiva.

Per questo è necessario premettere ancora alcune nozioni

sulle condizioni fisiche e fisiologiche da cui dipende il fenomeno della vista.

Quando un raggio direttivo, o di direzione, unisce il punto nodale col centro della fovea (che non coincide, si ricordi, col centro ottico), abbiamo l'asse visivo, (detto anche: linea visiva o di fissazione) lungo il quale si localizza la sensazione. Un altro asse, detto asse ottico, unisce tutti i punti centrali dei mezzi rifrangenti dell'occhio, passa per il punto nodale, ma non passa pel centro della fovea e forma coll'asse visivo un angolo di 7° (angolo α) (fig. 51).

Ricordiamo che dai due punti estremi di un oggetto partono due assi visivi, i quali, incrociandosi nel punto nodale, formano un angolo che è detto angolo visivo, dalla determinazione del quale è possibile conoscere la grandezza dell'immagine proiettata sulla retina. L'angolo visivo come ben si capisce, può essere di varia grandezza, ma perchè due stimoli visivi siano apprezzati come separati - bisogna che si trovino ad una certa distanza fra di loro. Questa distanza minima degli stimoli determina la cosidetta acutezza visiva dell'occhio, la quale indica quello spazio minimo della retina,

Fig. 51 - Aa - asse ottico; Bb - asse visivo
kk' - punti nodali; AkB - angolo α = 7° circa

che dev'essere eccitato perchè possano distinguersi due impressioni separate.

L'angolo visivo alle volte è piccolissimo, come ad esempio, per gli astri, i quali pur essendo percepiti come punti, danno ugualmente sulla retina un'immagine.

Gli oggetti visti sotto lo stesso angolo visivo formano sulla retina immagini della stessa grandezza, sembrandoci tuttavia più grandi se distanti. Ciò serve a spiegarci un fenomeno (illusione). Quando la luna, ad es., (fig. 52) si trova allo zenith (Z) e sembra più piccola che non

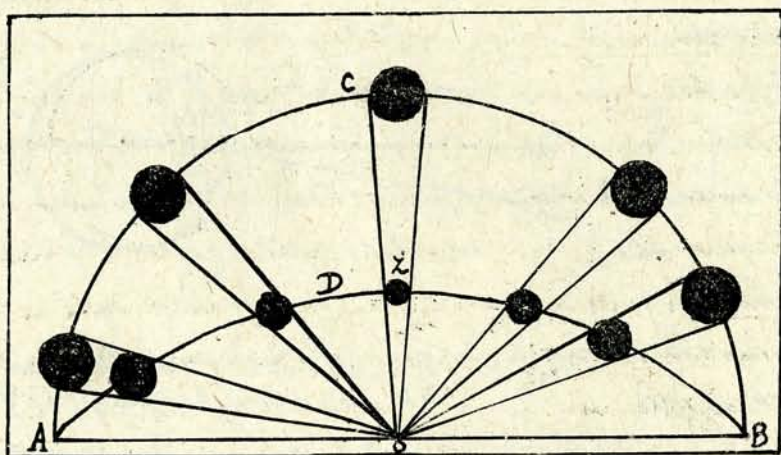



Fig. 52 - Apprezzamento della grandezza degli astri - O punto d'osservazione; ABC percorso reale degli astri; ADB percorso apparente degli astri quale appare all'osservatore.

quando si trova all'orizzonte, pur tuttavia la sua grandezza naturale non cambia. Se il cielo avesse la forma di un semicerchio (ABC) la luna dovrebbe apparire uguale in qualunque punto del cielo, perchè resterebbe uguale l'angolo visivo ed

identica la localizzazione: ma il cielo ci appare sotto una forma schiacciata elissoidale (ADB), ed allora si comprende, come rimanendo costante l'angolo visivo, la localizzazione della rappresentazione si formi più lontano, e quindi la luna ci appaia più grande quando si trova all'orizzonte, trovandosi essa più distante dal punto dell'osservatore.

Data così un'idea generale su nozioni fisiche e fisiologiche dell'occhio, entriamo nello studio della visione binoculare. Per effetto delle normali associazioni e coordinazioni dei loro movimenti, dovuti all'innervazione centrale i due globi oculari sono reciprocamente dipendenti nei loro movimenti e costituiscono un unico apparecchio binoculare, che Hering chiamò doppio occhio. I due organi di questo apparecchio si trovano abitualmente in tali posizioni, che i punti degli oggetti verso i quali sono rivolte le due linee visive e che formano immagini nelle due fovee centrali retiniche, determinano la visione unica, vale a dire la fusione nei centri delle due immagini, in guisa da formare un'immagine sola, cioè si vede l'oggetto coi due occhi come se fosse visto da un occhio ciclopico.

La condizione fondamentale a cui soggiace la visione unica binoculare è che le due linee visive si intersechino costantemente nel punto di fissazione.

Per avere la visione unica col doppio occhio (nell'ambito del campo visivo binoculare, il quale risulta dalla sovrapposizione incompleta dei due campi visivi monoculari) è

necessario che le immagini dell'oggetto si formina in punti determinati delle due retine, che diconsi punti corrispondenti[1]
Quando questa condizione essenziale non si verifica vale a dire quando le immagini dell'oggetto si formano in punti disparati o non corrispondenti delle due retine, si ha la diplopia ossia la visione doppia dell'oggetto.

La linea sulla quale si localizzano, data la medesima posizione dei due occhi, tutti gli oggetti unici, cioè che si vedono una sol volta, dicesi oròptero. Tutti gli oggetti localizzati al di qua e al di là dell'oròptero, si vedono doppi. Le posizioni dalle quali dipendono le varie forme dell'oròptero vengono dette: posizione primaria, secondaria e terziaria.

Nella fig. 53 (posizione primaria) **C** è il punto di convergenza degli assi oculari lungo il piano mediano **MM'**: **cc** sono i punti di riunione dei raggi luminosi nelle due retine: **aa** e **bb** sono punti corrispondenti dei due occhi perchè, mettendo una retina sopra l'altra, si coprono. Il circolo passante per i due punti nodali **nn** e **C** rappresenta la figura dell'oròptero, e su tutta questa linea si vedono gli oggetti una sola volta.

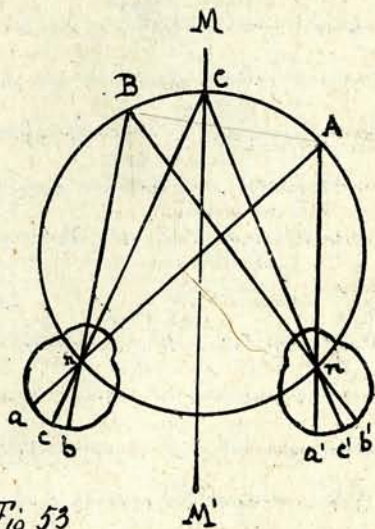



Fig 53

Circolo dell'oròptero

---

(1) Si dicono punti corrispondenti delle due retine quei punti i quali, posto una retina sopra l'altra, si coprono.

Abbiamo detto che quando le immagini di un oggetto si formano in punti di-sparati o non corrispondenti delle due retine si vede l'oggetto due volte. Questo si può vedere nella fig. 54 dove A, B, CD, rappresentano tre oggetti situati lungo il piano mediano del doppio occhio (O, s, O, d). Quando si fissa l'oggetto CD, esso forma un'immagine unica e spiccata perchè i punti di esso I, II, III cadono in 1, 2, 3 e 1', 2', 3', punti corrispondenti delle due retine, mentre contemporaneamente gli oggetti A e B formano una duplice immagine nei punti disparati A'A², B'B² e perciò si vedono doppi.

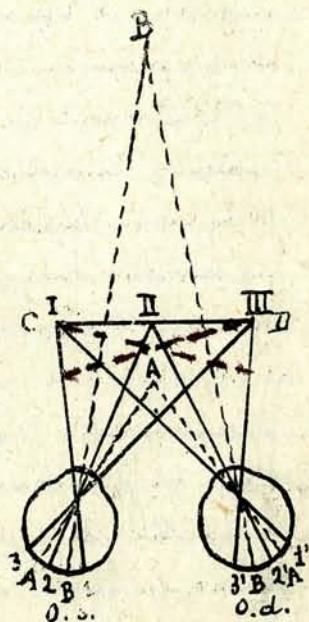



Fig. 54

Sulla necessità di avere l'immagine dell'oggetto fissato su punti corrispondenti delle due retine, per avere la visione unica binoculare, si può osservare anche quando ad es. si fissa un'oggetto situato nel campo visivo binoculare e si sposta alquanto con un dito uno degli occhi. Allora i due assi visivi non possono più convergere nel punto di mira, ed allora tutto il campo visivo dell'occhio premuto si sposta con esso e tutti gli oggetti, compreso il punto di mira appaiono doppi.

Ciò che abbiamo studiato finora, se ci spiega il sorgere in noi della rappresentazione visiva duodimensionale, non ci

spiega ancora l'attuarsi della rappresentazione spaziale come tale, della quale la spiegazione della terza dimensione è la più difficile.

Tra le varie teorie moderne, che riguardano la percezione spaziale, è importante quella di Hermann Lotze, fondatore della teoria dei così detti segni locali. Secondo Lotze, in seguito ai continui movimenti riflessi compiuti dall'occhio, i varii punti delle due fovee eccitati, acquistano una caratteristica soggettiva speciale: il segno locale. Questi non sono di per sè di natura spaziale ma agiscono come stimoli sull'anima e fanno sì che le sensazioni luminose alle quali si attaccano vengono localizzate nello spazio le une accanto alle altre. Il come questo avviene non si può spiegare, dice Lotze, come non si può spiegare, ad es, il perchè una data vibrazione dell'aria susciti in noi una sensazione acustica. Ma come si spiega il fatto che noi vediamo un'oggetto nelle varie dimensioni spaziali guardandolo monocularmente con l'occhio fisso?

Lotze risponde che ciò succede per processi associativi, sviluppatisi in noi in seguito ai moltissimi movimenti di fissazione che l'occhio ha fatto.

I segni locali fanno anche parte della teoria Wundtiana della fusione psichica, secondo Wundt i segni locali rappresentano una tinta locale, dipendente dal luogo della stimolazione, ma pure di per sè non di carattere spaziale. Essi si fondano insieme alle sensazioni visive e muscolari, e per la sintesi psichica si crea qualcosa di nuovo cioè ciò che si dice la <u>rappresentazione spaziale</u>.

La dimostrazione più perfetta, che la visione in rilievo binoculare è condizionata dalla forma delle due immagini retiniche, fu fornita dal Wheatstone con la scoperta dello stereoscopio. Con questo strumento si riproducono artificialmente le condizioni necessarie perchè un corpo sia percepito come tale. E poichè le immagini retiniche dei due occhi, date dalla vista di un corpo, non sono uguali, perchè diversa è la posizione degli occhi rispetto all'oggetto corporeo, se noi poniamo davanti agli occhi delle figure corrispondenti alle due immagini retiniche dell'oggetto, otterremo, data l'identità delle condizioni fisiologiche, fisiche e psichiche, che così si viene a stabilire, l'identità dei risultati. Il che si ottiene appunto mediante lo stereoscopio.

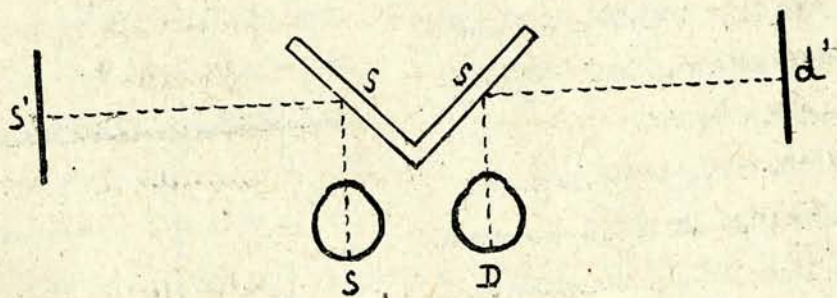



Fig. 55_ Stereoscopio di Wheatstone

Lo stereoscopio di Wheatstone (fig. 55) è formato di due specchi (S S) disposti ad angolo rivolto verso gli occhi dell'osservatore. I due disegni prospettici, quelli per es. di una piramide tronca, (fig. 56) sono collocati lateralmente cosicchè l'occhio

destro (D) vede per conseguenza l'immagine d', l'occhio sinistro (S) l'immagine s'.

Fig. 56 (schem)

Più generalmente usato è lo stereoscopio inventato dal Brewster, il quale si compone di due lenti prismatiche, mezze lenti biconvesse (PP nella fig. 57) separate da un tramezzo verticale (cc') lungo il piano mediano dell'osservatore. Per l'azione rifratti va dei due prismi, le due immagini (a a') si sovrappongono in un unica immagine a perfetto rilievo (b) sul piano ove convergono i due assi visivi.

Fig. 57. Stereoscopio di Brewster (schem)

Nella vista stereoscopica tutti i punti dei due disegni, che sono di eguale distanza si vedono, nel rilievo, nel medesimo piano; le distanze maggiori si vedono in piani più lontani. Nel caso, ad es. della figura della piramide tronca (fig 56), i quadrati

abcd, a'b'c'd' si vedono nello stesso piano; come si vedono nello stesso piano, ma meno lontano, i quadratini e, e'; perchè sia questi che quelli sono di eguali distanze nei loro singoli punti. Però le varie linee che congiungono i quadrati ai quadratini non si corrispondono, cioè la linea ae non corrisponde alla linea a'e' e neppure le linee be, ce, de corrispondono rispettivamente a b'e', c'e', d'e', per cui queste linee si vedono farsi innanzi e portare i quadratini in un piano meno lontano dei quadrati, dando così la figura di una piramide tronca vista dall'alto. Nel caso più semplice della fig. 58 vista allo stereoscopio, abbiamo le rette ab, a'b' in un piano e le oblique ac, a'c' in un'altro più lontano del primo. Dobbiamo notare però che la distanza delle due immagini stereoscopiche deve sempre corrispondere a quella dei due occhi (da 6 a 7 cm.).

O.S. a c b — O.D. a' c' b'

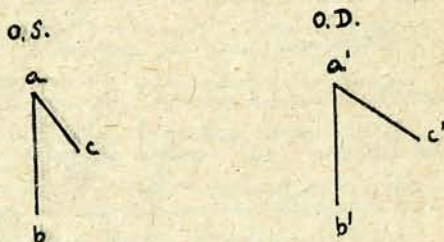



Fig. 58

Quando le due immagini stereoscopiche non sono uguali, ma tra loro diverse ed in forte contrasto, si vede nel campo unico, una gara o rivalità tra esse, vale a dire si spinge nel campo visivo or l'uno or l'altro disegno.

Illusioni ottico geometriche

Spesso accade che la sintesi del complesso delle sensazioni elementari, per cui queste si trasformano in percezioni, non sembrano corrispondere agli oggetti esterni. Tali fenomeni si dicono illusioni ottico geometriche e sono interessanti non solo perchè dimostrano in modo evidente la relatività di ciò che noi percepiamo del mondo esterno, ma altresì perchè ci permettono di addentrarci alquanto nell'analisi dei processi psichici, che stanno a base delle percezioni.

In realtà però non si tratta qui di illusioni nel vero senso del termine, ma piuttosto di fatti positivi che si svolgono nella coscienza, secondo date condizioni: condizioni che bisogna esattamente stabilire in ogni singolo caso.

Esaminando la capacità che noi abbiamo mediante la vista monoculare, di apprezzare la grandezza, l'estensione, la forma, ecc. degli oggetti, troviamo che la grandezza di un oggetto dipende dalla grandezza dell'angolo visivo secondo il quale varia quella dell'immagine retinica. Degli oggetti visti sotto lo stesso angolo visivo, il più lontano appare più grande di quello vicino, e questo fenomeno verifichiamo ogni giorno nell'apprezzare le varie grandezza degli astri, della quale illusione abbiamo già parlato.

Nel valutare la grandezza degli oggetti facciamo uso dell'esperienza e del confronto, per mezzo del quale cerchiamo di dare un giusto apprezzamento delle cose. E per il fatto del confronto noi percepiamo ad esempio, in modo diverso le direzioni verticali e le orizzontali, come pure le direzioni

bipartite verticali e quelle bipartite orizzontali.

Parecchie illusioni ottiche erano note sino dai tempi antichi. Ma solo nella prima metà del secolo scorso lo studio di esse divenne più metodico e più intenso: e la denominazione di illusioni ottiche geometriche cominciò ad entrare nella scienza per merito dell'Oppel che scoprì alcune illusioni fondamentali. Dopo di lui moltissimi autori diedero impulso a questi studi, fra i quali lo Zöllner, il Poggendorff, il Müller-Lyer ed altri. Alle scoperte ed alle ricerche si accompagnarono le ipotesi intorno alle cause dei fatti trovati: nacquero così varie teorie, tra cui quella che attribuisce la causa delle illusioni ai movimenti dell'occhio (Wundt, Delboeuf, Binet) o all'irradiazione (Einthoven, Lehmann) o alla prospettiva (Tiery, Guyé), o a cause psicologiche (Lipps, Benussi, Schumann). Nel nostro laboratorio di Psicologia di Torino, ebbe ad occuparsi di questo importante campo di studi, il Botti, il quale, dopo molte ricerche è venuto a concludere che le illusioni ottico geometriche in generale" presuppongono molte e varie condizioni fisiologiche, e una speciale struttura anatomica dell'organo di senso, e che non consistono solo nella somma di queste condizioni: un contenuto psichico come tale può influire sulla percezione di un altro.

Le illusioni ottico geometriche si possono dividere in: a) illusioni ottico geometriche di estensione; b) di direzione; c) di irradiazione; d) di contrasto; e) illusioni rovesciabili.

a- Illusioni ottico geometriche di estensione

Sappiamo che l'occhio è un organo dotato di movimento e

che i suoi movimenti sono più o meno facili a seconda che esso si muova in senso orizzontale oppure dall'alto al basso, dal basso in alto, oppure obbliquamente. Dal fatto della maggior difficoltà del movimento in alto deriva che noi apprezziamo la direzione verticale diversamente da quella obliqua e orizzontale.

Il medesimo tratto di una linea retta in direzione verticale o obliqua appare più lungo che non in direzione orizzontale. L'obliqua sembra sotto dette condizioni nuovamente più lunga della verticale (fig. 59)

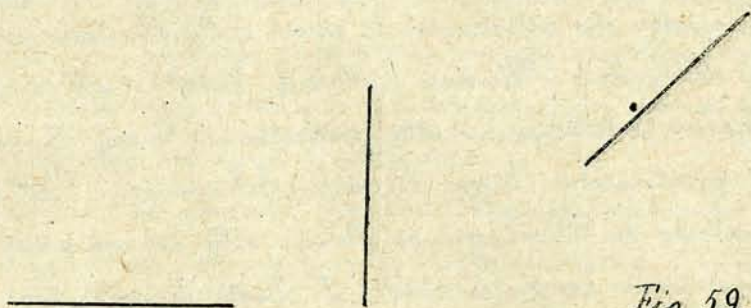



Fig. 59-

Se dividiamo la verticale in due parti uguali (fig 60) queste, al nostro apprezzamento soggettivo, non ci appaiono uguali, ma diverse e precisamente la parte superiore ci appare più lunga dell'inferiore.

Fig. 60

Dividendo una linea orizzontale non troppo lunga in due metà (fig. 61) essa ci sembrerà più corta di un'altra linea identica non divisa. Se dopo averla divisa

Fig 61

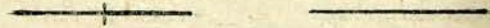
per metà guardiamo con l'occhio destro la parte sinistra della

linea, questa ci sembra più lunga, così come ci sembra più lunga la parte destra guardata con l'occhio sinistro. Ma se si sposta il punto di divisione (fig. 62), o si divide la retta in altre parti minori (fig. 63) essa ci sembrerà più lunga della retta non divisa.

Fig. 62

Per i fatti rilevati il quadrato matematico non si vede

Fig. 63

mai come tale, ma piuttosto come un rettangolo, apparendo i lati verticali più lunghi degli orizzontali. Parimenti si vede il quadrato più alto, quando la sua superficie è coperta di linee orizzontali; lo si vede più largo, quando la sua superficie è riempita di linee verticali (fig. 64)

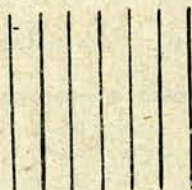
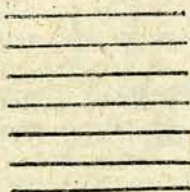
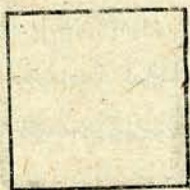



Fig. 64

Inoltre le distanze piene ci sembrano costantemente maggiori delle distanze vuote. Così la distanza a b (fig. 65) sembra minore della b c quantunque siano ambedue matematicamente uguali.

a b c

Fig. 65

Nel caso di due serie di lineette tutte di identica lunghezza e disposte come nella figura 66, le oblique ci

appaiono più corte delle verticali, perchè l'apprezzamento dell'intera figura influisce su quello della lunghezza delle singole oblique.

Fig 66

Nel caso della pipa del Botti (fig. 67) si hanno tante linecte orizzontali, di uguale lunghezza, ma che pur sono variamente apprezzate, perchè più che la loro lunghezza si impone la distanza tra l'uno e l'altro dei bordi esterni della pipa. Un altro elemento che influisce sull'apprezzamento è lo spazio intercedente fra l'una e l'altra linecta e se questo è piuttosto rilevante (fig. 68) l'apprezzamento è più prossimo all'esattezza.

Fig 67

Nella figura 69 i due disegni a, b sono della medesima altezza. ma il disegno b sembra più alto di a. La causa della illusione sta nel fatto che in b le oblique si impongono e esercitano una influenza

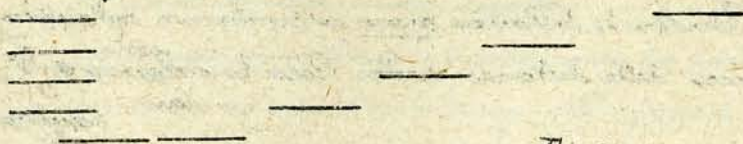



Fig 68

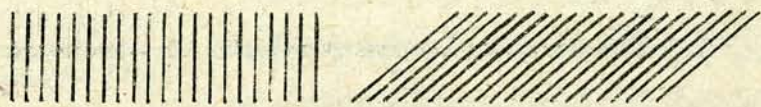



Fig 69

sull'apprezzamento dell'altezza della figura. Che le altezze dei due disegni siano le medesime risulta quando i due disegni vengano guardati monocularmente da destra o da sinistra.

Alla categoria delle illusioni di estensione appartiene pure la famosa illusione di Müller - Lyer. Se osserviamo tre linee di identica lunghezza (fig. 70), una delle quali

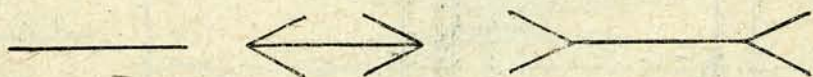



Fig. 70
Muller Lyer

rimane semplice, l'altra porta alle estremità due linee angolari rivolte all'interno e la terza presenta le linee angolari rivolte all'esterno, le tre linee si vedono di diversa lunghezza cioè la terza si vede più lunga della prima e questa più lunga della seconda. La spiegazione di questo strano fenomeno sta, secondo il prof. Kiesow, nel fatto che non si percepisce soltanto la lunghezza della linea ma si impone il tratto contenuto tra le estremità libere delle due linee oblique. Sono quindi due fatti nella coscienza, dei quali uno esercita una influenza sull'altro. Perciò vediamo in un caso la linea allungata e nell'altro, raccor-

ciata.

b. Illusioni ottico geometriche di direzione

Le illusioni di direzione sono date dal fatto, che non possiamo giustamente apprezzare la grandezza degli angoli acuti ed ottusi. L'angolo acuto appare sempre troppo grande, mentre all'opposto l'angolo ottuso si vede sempre troppo piccolo.

Un fatto tipico è l'illusione di Poggendorff - Hering (fig. 71). In essa è quasi impossibile valutare quale delle due

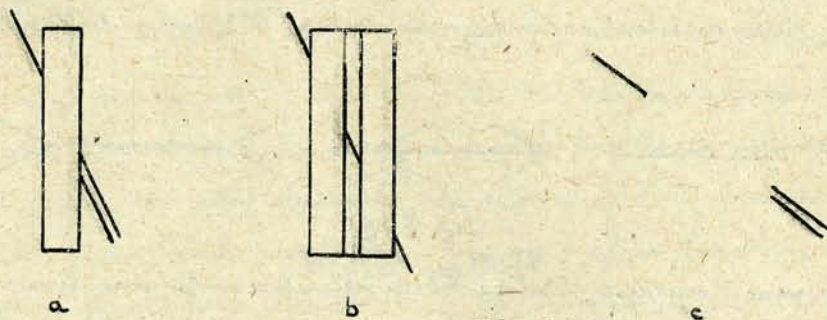



Fig. 71

linee, che partono dal basso (in a e c), si continuano nella superiore: come pure è impossibile vedere continua in b la linea trasversale spezzettata.

Quest'illusione è la base di quella che si vede nella figura dello Zöllner (fig. 72), dove le linee orizzontali, che sono fra loro parallele ci appaiono convergenti o divergenti a seconda degli angoli formati dalle lineette trasversali. Per la identica causa, nella figura di Hering (fig. 73), le

due parallele sembrano allontanarsi (a) od avvicinarsi (b) al centro, secondo la direzione delle trasversali.

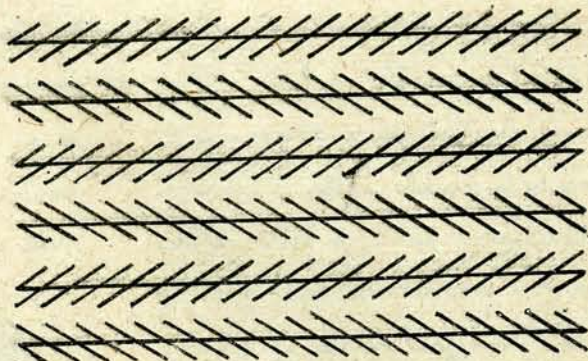



Fig. 72

Che queste illusioni dipendano dal vario apprezzamento degli angoli, dei quali solo l'angolo retto è apprezzato giustamente, lo prova il fatto che se vengono guardate sotto altre condizioni, cioè monocularmente lungo le linee orizzontali, queste ci appaiono veramente parallele

a

b

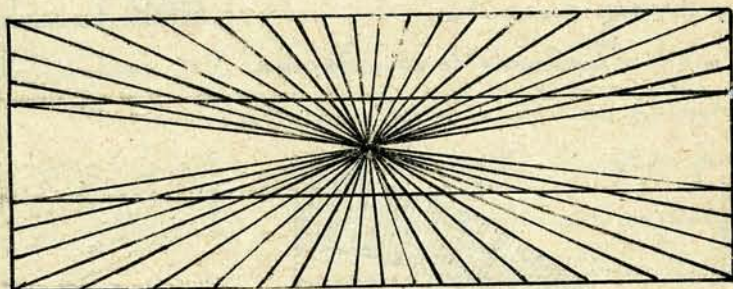
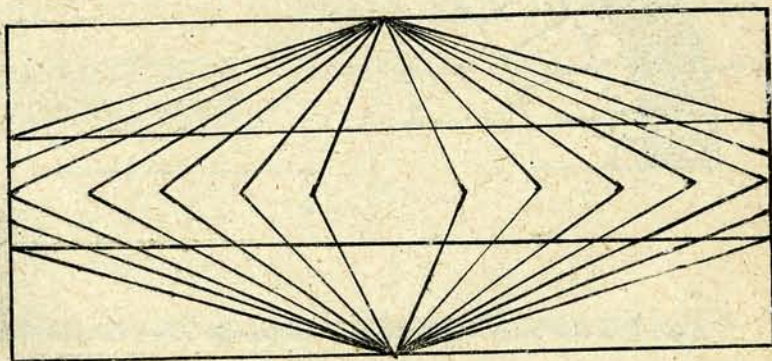



Fig. 73

Gli studi sul vario apprezzamento degli angoli furono con

dotti particolarmente dal Prof Botti, che crede debba dipendere dal movimento secolare. Così nel caso delle figure 74 e 75 è impossibile dire a prima vista a quali delle sud. divisioni poste in alto della curva graduata corrisponda l'angolo acuto a e l'angolo ottuso b. Si può in questo modo valutare l'errore che si commette nell'apprezzare i due angoli.

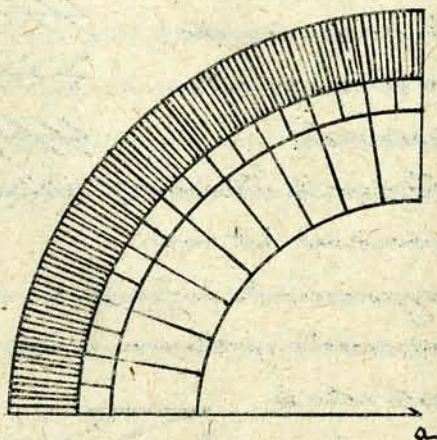
Fig 74

Variando le condizioni varia pure la percezione.

Fig 75

Nella scala del Botti (fig 76) attraverso una serie di parallele, vicine ed equidistanti, sono tirate tre rette oblique. Queste, però non sembrano diritte, ma spezzate in tanti trattini, che tendono apparentemente a disporsi nella direzione perpendico-

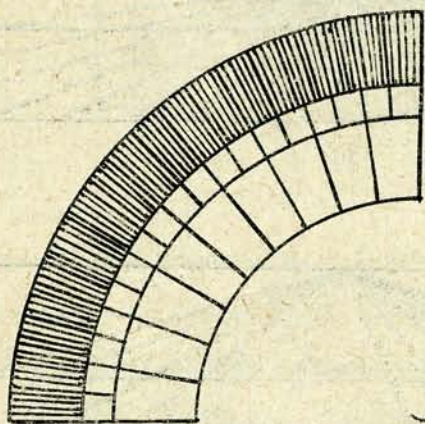
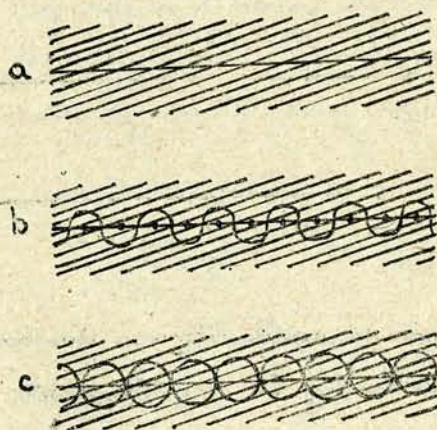



Fig 76

re alle parallele. Ne risulta così una specie di linea foggiata a scala o a sega. L'illusione è un'applicazione di quella di Poggendorff.
L'illusione della scala riprodotta in a della fig. 77 si può far sparire, o almeno la si diminuisce di molto quando si inseriscano sulla linea che attraversa le parallele (come si vede in b e c della fig. stessa), dei geroglifici, od anche semplici punti. In questo caso i geroglifici, o punti, fanno sì che s'imponga la retta orizzontale con la quale sono intrecciati, e che le parallele oblique passino in seconda linea.

a
b
c
Fig 77

c - Illusioni ottico geometriche di irradiazione

Se guardiamo a due disegni di dimensioni uguali,

p.es. due quadrati, due rettangoli, ecc., uno dei quali sia nero e l'altro bianco, quello nero viene percepito come più piccolo (fig. 78). La stessa cosa avviene per tutte le figure grigie e colorate: la più chiara appare sempre più grande. La causa di tale fenomeno sta nel fatto che lo stimolo irradia nella retina.

Fig 78

d. Illusioni ottico-geometriche di contrasto.

Un'illusione di contrasto si ha, per esempio, guardando le tre seguenti linee a, b, c (fig. 79). In tutti tre i casi la lunghezza del tratto medio è la medesima, ma noi lo vediamo: nel caso b più lungo e nel caso c più breve che non nel caso a.

a b c

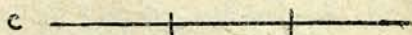
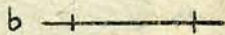



Fig 79

L'illusione di contrasto risulta pure evidente, quando si confrontino i due triangoli, perfettamente identici, della fig. 80, fiancheggiati ciascuno da due altri triangoli rispettivamente più piccoli e più grandi. Parimenti trattasi di illusione di contrasto quella della fig. 81, dove

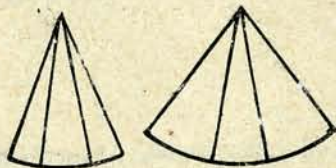



Fig 80

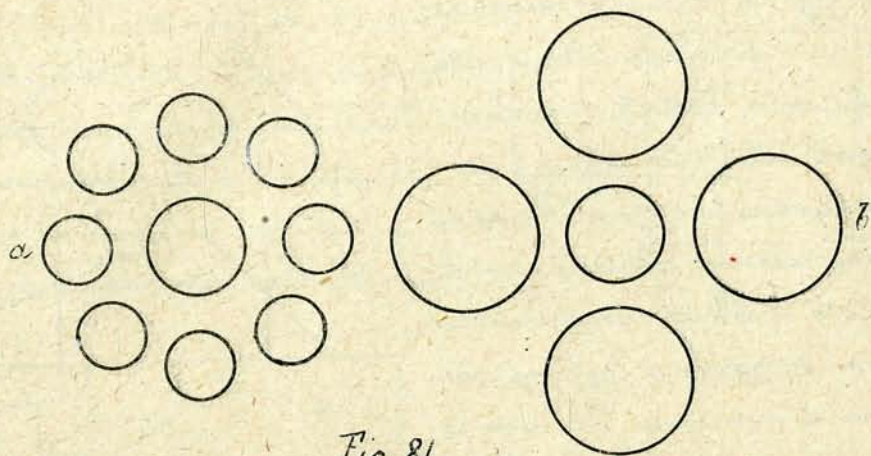



Fig. 81

è impossibile percepire uguali i cerchi, identici, a e b circondati il primo da cerchi minori e il secondo da cerchi maggiori. Pure di contrasto è l'illusione contenuta nella figura 82, dove i due cerchi non si vedono di uguale

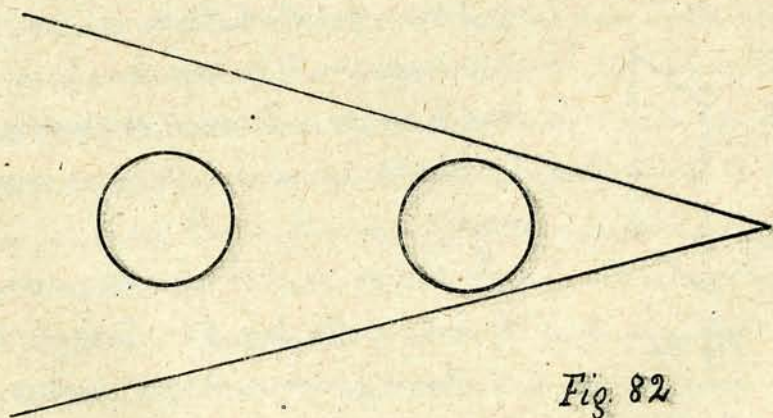



Fig. 82

grandezza pur essendo del medesimo diametro.

e_ Illusioni ottico-geometriche rovesciabili.

La necessità del movimento dell'occhio monoculare per la

percezione spaziale, appare chiara osservando le linee oblique della fig. 83. Perchè si percepisca ciascuna di queste oblique nella profondità, basta fissare un estremo della linea stessa e poi far scorrere lo sguardo lungo di essa; vedremo allora il punto fissato spostarsi in avanti in modo da percepire la linea nella terza dimensione. Facendo lo sperimento con una certa insistenza si sente la sensazione muscolare.

Fig 83

Se guardiamo la figura 84, fissando il punto a e facendo scorrere l'occhio lungo il tratto a b, si vede la figura come un libro aperto col dorso in avanti; fissando invece il punto b e facendo scorrere l'occhio nel senso contrario, si vede la figura come un libro normalmente aperto.

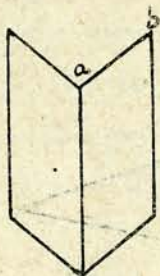



Fig. 84

La stessa cosa si osserva guardando il cubo della fig. 85. Secondo i punti che si fissano si può vedere il piano a b c d in avanti o all'indietro.

Il medesimo fenomeno si verifica nella cosidetta scala

dello Schröder, ove il piano a o b, può apparire in avanti o all'indietro, secondo il punto che si fissa e secondo il movimento che si fa (fig. 86). In un caso si vede la figura come una scala, nell'altro caso

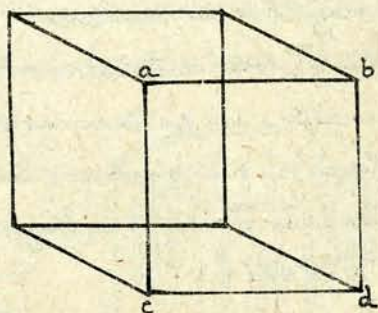
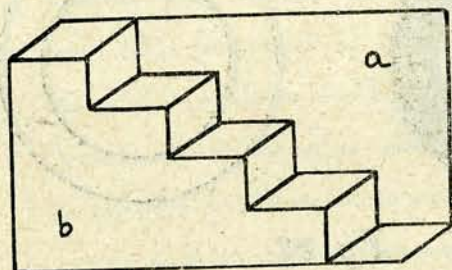



Fig. 85

Fig. 86

come un sottoscala.

. . .

La lucentezza -

Al campo delle rappresentazioni visive appartiene il molto discusso fenomeno della lucentezza. Questo fenomeno non è, secondo il Prof Kiesow, senz'altro dato dalla sensazione, ma è un fenomeno rappresentativo. La lucentezza è, secondo il prof Kiesow una specchiatura completa. Guardando in uno specchio si ha la specchiatura completa perchè sparisce la superficie in modo da vedere unicamente l'immagine rispecchiata. Quando invece si impone anche la superficie, allora le due rappresentazioni agiscono su di loro in modo da produrre la lucentezza. Fisicamente parlando si ha nel caso della specchiatura completa una riflessione regolare di tutti i raggi, mentre, guardando una superficie opaca, si ha una riflessione

irregolare dei medesimi. Nel caso della lucentezza i raggi sono (sempre fisicamente parlando) riflessi in parte regolarmente e in parte irregolarmente. Il fenomeno della lucentezza si può produrre anche per mezzo dello stereoscopio, mettendovi dentro due figure di superficie opache (fig. 87).

L'effetto è con questo metodo massimo quando le due impressioni hanno la massima indipendenza fra di loro.

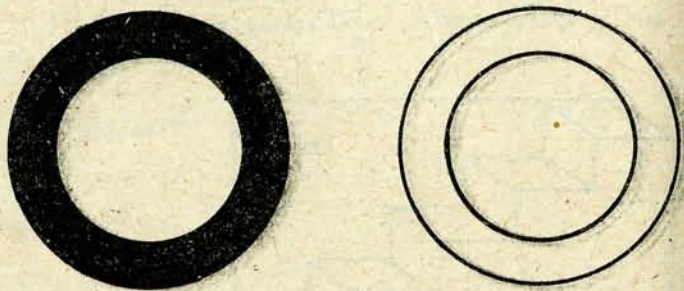



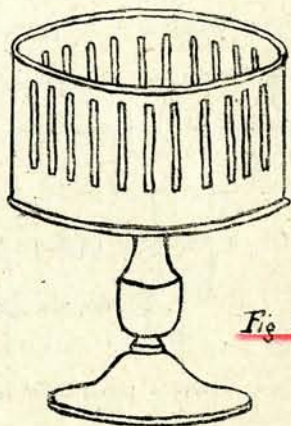
Fig. 87

Siccome in questo caso non è possibile che si produca nella coscienza una fusione completa, noi vediamo l'immagine stereoscopica lucida.

Il cinematografo. Trattasi pure di rappresentazioni visive nel cinematografo, che oggidì è assunto ad arte. Il primo che ha trovato il modo di riprodurre dati movimenti fu il Marey, il quale voleva studiare analiticamente il volo degli uccelli, il salto del cane, la corsa del cavallo, ecc. Egli si servì per questo di una macchina fotografica, diremo così a <u>ripetizione</u>, rapida, e fotografò

le singole fasi di vari movimenti. Per poi avere la sintesi, fece uso di un apparecchio speciale detto stroboscopio (fig. 88) costituito da un cilindro formato da una lamina sottile, che poggia perpendicolarmente su di un cerchio girevole. Nella parete del cilindro sono praticate delle piccole fessure equidistanti. Di contro alla parete interna della lamina si pone una striscia di cartone su cui sono impresse le fotografie delle singole fasi (anche la striscia di cartone deve

Fig 88

avere le fessure corrispondenti a quelle del cilindro) e poi si pone in rotazione l'apparecchio, guardando attraverso ad una delle fessure, la parete interna del cilindro su cui è sovrapposta la striscia di cartone con le fotografie. Così viene riprodotto il movimento che si vuol studiare. Per aver riprodotto il movimento è necessario che il numero delle fotografie sia proporzionale al numero delle fessure e cioè uguale ad $n+1$ oppure ad $n-1$, dove n rappresenta il numero delle fessure; nel primo caso il movimento è all'indietro, nel secondo caso esso è in avanti. In questo modo si possono studiare facilmente i singoli movimenti di un solo passo, il movimento di un membro del corpo, dell'occhio, ecc. Ciò che importa precisare è che in tal maniera viene messa in rilievo la periodicità

del movimento, il ritorno periodico di ogni singola fase.

Sulla visione cinematografica molte sono le ipotesi. Alcuni dissero trattarsi di una fusione delle singole immagini oggettive; altri invece doversi ammettere una fusione tra queste ultime e le rispettive immagini postume. Però la discussione continua ed il problema non è ancora risolto.

Le sensazioni uditive

1° Condizioni fisiche: stimolo esterno

Lo stimolo adeguato per il sorgere della sensazione uditiva è pure rappresentato da un movimento ondulatorio, che si produce nell'aria quando un corpo, dotato di elasticità, vibra. Eccitando ad es. un diapason, esso si mette a vibrare, comunicando le vibrazioni all'aria, nella quale si produce un movimento ondulatorio, che si propaga in tutte le direzioni dello spazio. Quando questo movimento giunge ad eccitare l'apparecchio uditivo, allora si sviluppa in questo un processo nervoso di natura speciale, in seguito al quale nasce la sensazione uditiva. Questa non è quindi una proprietà del mondo esterno, ma un vero e proprio elemento psichico che si ha sotto certe condizioni fisiche e fisiologiche.

Che il movimento ondulatorio dell'aria sia il vero stimolo adeguato per la sensazione uditiva lo dimostra il fatto che noi non avvertiamo nessuna sensazione uditiva, quando un corpo sonoro, ad es. un diapason, vibra nel vuoto. Non bisogna però credere che siano le molecole dell'aria quelle che colpiscano l'organo periferico, ma è il movimento come tale che si propaga in senso longitudinale dall'una all'altra in forma di onda a seno, di onde, cioè, che seguono

le leggi del pendolo. Quando si sposta un pendolo dalla posizione di equilibrio e poi lo si abbandona a se stesso, il pendolo non solo ritorna alla posizione di riposo, ma la oltrepassa poi torna indietro e di nuovo oltrepassa la posizione di equilibrio e via di seguito finchè il movimento cessa. Si dice allora che il pendolo oscilla, e queste oscillazioni sono oscillazioni a seni. La figura 89 fa vedere la forma delle onde. Sia la durata dell'intera oscillazione di un pendolo rappresentata dalla circonferenza del quadrante di un orologio e percorsa da una palla con uguale velocità.

Guardando questo movimento dal punto **n** della figura, la palla sembra

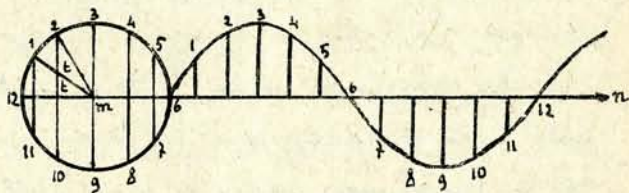



Fig. 89

eseguire movimenti pendolari attorno al punto **m**. I punti percorsi vengono misurati dagli angoli $t, 2t \ldots 2\pi + t$ ecc, e le distanze dalla posizione di equilibrio per mezzo delle ordinate 1, 2, ... cioè dai seni di questi angoli. Dividendo la periferia del cerchio in un egual numero di parti e trasportando i singoli seni in distanze eguali sull'ascissa **m n** si ha la curva del pendolo tirando una linea che unisca le estremità libere dei seni.

E come per un pendolo di una data lunghezza la durata dell'oscillazione non muta, qualunque sia l'ampiez-

za dell'oscillazione stessa, così l'ampiezza dell'onda non può avere alcuna influenza sulla durata dell'onda stessa. Cosicchè un diapason dotato, supponiamo di 100 vibrazioni al 1", darà origine sempre a 100 vibrazioni qualunque sia l'intensità dell'eccitamento, con questa differenza, che se l'eccitamento è debole, l'ampiezza dell'onda è piccola, se è forte, grande è pure l'ampiezza dell'onda stessa; il numero delle onde non cambia. La qual cosa ha una grande importanza, perchè dal numero delle vibrazioni dipende la qualità della sensazione, mentre l'intensità di essa è in diretto rapporto con l'ampiezza dell'onda. Lo stesso fatto si ha sia che vibri un diapason, sia che vibri una corda, e tanto nell'uno che nell'altro caso è da notare che il numero delle vibrazioni, oltrecchè dalla lunghezza, dipende pure dalla grossezza e dalla qualità della sostanza di cui si compone il diapason o la corda. Un diapason di un certo spessore e di una data lunghezza darà quindi in qualunque modo venga percosso, lo stesso numero di vibrazioni al minuto secondo, e quindi la stessa qualità di sensazione, cioè lo stesso suono: ciò che varia col variare dell'intensità dell'eccitamento è l'intensità della sensazione, la quale giova ripeterlo, dipende dall'ampiezza della vibrazione e cioè dall'onda.

2° Soglia dello stimolo e soglia della differenza.

La capacità specifica dell'apparecchio uditivo, dalla

quale dipendono le varie impressioni, è circoscritta entro dati limiti.

Molti autori hanno cercato di determinare la soglia assoluta dello stimolo uditivo, vale a dire il minimo delle oscillazioni pendolari in un minuto secondo che è necessario per produrre la sensazione acustica. Questa ricerca è oltremodo difficile, sia perchè varia secondo l'età, sia perchè non è uguale per i due orecchi. Tuttavia si può dire che per l'orecchio ideale la soglia assoluta dello stimolo uditivo è di 12 vibrazioni al minuto secondo. Alcuni hanno trovato che detta soglia si aggira tra 8 a 10 vibrazioni al minuto secondo, ma questo risultato è un pò dubbio e certamente non corrispondente ad ogni orecchio. Il massimo di vibrazioni che noi possiamo percepire varia dalle 40 alle 60 mila vibrazioni al minuto secondo. Noi possiamo però attenerci alla media e cioè a 50 mila vibrazioni. In musica i limiti sono circoscritti da 30 a 3600 vibrazioni al minuto secondo.

Un ricercatore ha trovato che il nostro apparecchio periferico è capace di percepire il rumore prodotto da una pallottola del peso di 7 mm. che cade da un mm. di altezza e distante 50 cm dall'orecchio.

La soglia di differenza per i rumori è di 1/3 e per queste ricerche si adopera il pendolo acustico del Wundt (fig. 90), il quale consiste di due palle di legno o d'avorio a, b, che, fissate ad un sostegno, si possono far cadere da

diverse altezze su un pezzo di legno perfettamente isolato c. Un semicerchio graduato permette allo sperimentatore di conoscere in modo preciso l'altezza della caduta delle due palle. L'esperienza consiste nel far cadere una palla da diverse altezze e gradatamente, tenendo l'altra costante, fino a che il soggetto avverta la differenza dei due rumori prodotti.

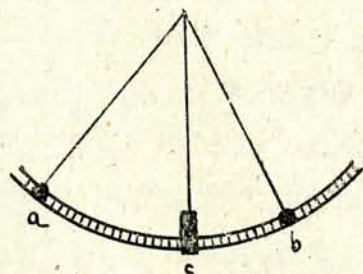



Fig 90

La soglia di differenza tra due suoni varia. Noi in generale distinguiamo appena appena due suoni come diversi quando la differenza fra di essi sia di circa 1/4 di vibrazione. Il Preyer (1876) trovò che un orecchio musicale esercitato è capace di differenziare due suoni di 500 a 500,3 di 1000 a 1000, 5 vibrazioni; mentre due suoni che non differiscono che di 0, 2 non sono con certezza differenziabili. Questi risultati vennero confermati dal Luft (1888). La soglia di differenza non è uguale per i suoni alti e i suoni gravi. Per i suoni al disotto di 40 vibrazioni si è trovato (Luft) che la soglia di differenza è rappresentata da 0,44 vibrazioni.

Un orecchio esercitato può distinguere in una ottava fino a 1000 suoni diversi.

3. Condizioni anatomico fisiologiche

a - Organo periferico

L'organo periferico dell'udito è costituito dall'orecchio

il quale consta di tre parti aventi, ciascuna funzioni ben distinte: orecchio <u>esterno</u>, orecchio <u>medio</u>, orecchio <u>interno</u> (fig. 91 A, B, C.).

L'orecchio esterno comprende: 1) il <u>padiglione</u> formato da una lamina quasi completamente di natura cartilaginea piegata ad imbuto, ed i cui movimenti sono nell'uomo sottratti al dominio della volontà[1]. Non è questo un organo essenziale, tanto che può mancare senza che vengano meno perciò le sensa-

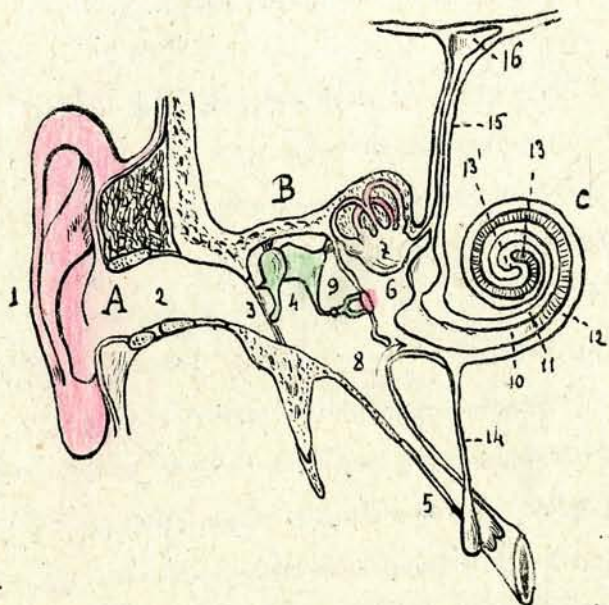



Fig. 91 - Rappresentazione diagrammatica di tutto l'organo uditivo umano.

A - orecchio esterno; B - orecchio medio
C - orecchio interno

1- padiglione auricolare; 2- condotto uditivo esterno; 3- membrana del timpano; 4 catena degli ossicini colla staffa fissata alla finestra ovale; 5- tuba di Eustacchio; 6°- cavità del vestibolo piena di perilinfa; 7- canali semicircolari ed utricolo; 8- finestra rotonda (la freccia indica l'orificio timpanico della chiocciola;) 9- cassa del timpano piena d'aria; 10- canale cocleare pieno di endolinfa; 11- rampa vestibolare; 12- rampa timpanica che termina alla finestra rotonda; 13- culmine del canale cocleare ove le due rampe si uniscono in 13'; 14- acquedotto cocleare; 15- acquedotto vestibolare; 16- sacco endolinfatico-

(1) In molti animali il padiglione è mobile ed è quindi più adatto a far conoscere la direzione della sensazione uditiva. Il padiglione umano, salvo in casi eccezionali, non si muove volontariamente, e ciò per l'atrofizzazione dei muscoli relativi.

sioni uditive. Essa ha tuttavia funzioni accessorie di non lieve importanza, in quanto serve a meglio raccogliere le onde sonore dell'ambiente ed a farne conoscere la direzione, dalla quale pervengono;.

2° il meato esterno, lungo canale alquanto sinuoso, il quale si distacca dalla parte più profonda della cavità del padiglione;

3° la membrana del timpano che chiude il meato esterno, ed è un organo di struttura meravigliosa, in quanto deve poter facilmente vibrare anche per quelle minime vibrazioni che appena possono essere avvertite, e deve nello stesso tempo resistere alle vibrazioni le più forti. Essa ha lo spessore di 0,1 mm. e risulta costituita da tessuto fibroso e fibre radiate all'esterno, a fibre circolari all'interno, ricoperta al di fuori da un prolungamento cutaneo molto sottile, al di dentro da un semplice epitelio piatto. Quantunque così sottile, la membrana del timpano è estremamente resistente e quasi inestensibile.

L'orecchio medio serve alla trasmissione del movimento ondulatorio fino all'orecchio interno, in cui sono situate le cellule nervose. Questo apparecchio trasmettitore è costituito da una serie di ossicini disposti a catena, i quali, dalla loro forma assumono il nome di: martello, incudine, staffa (fig. 92) e si presentano, procedendo dall'esterno all'interno, disposti nell'ordine sopraccennato. Impropriamente si distingue ancora un quarto ossicino, detto

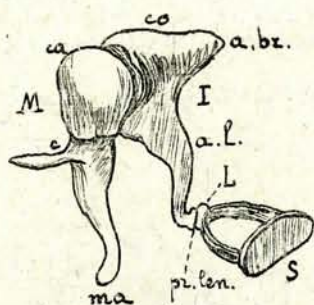



Fig 91 - La catena degli ossicini.

M - martello; ma - suo manubrio che si salda colla membrana del timpano; ca - testa che si articola coll'incudine; c - collo;
I - incudine che si articola colla testa del martello; co - corpo; a.br. - apofisi breve; a.l. - apofisi lunga all'estremità della quale trovasi il processo lenticolare (pr. len.) articolantesi con la testa della staffa; L - lente;
S - staffa che si adatta colla sua base in forma di piastrina alla finestra rotonda.

di Silvio, in forma di lente, ma anzichè di un osso a se stante si tratta di una parte dell'incudine. Gli ossicini sono articolati fra di loro e il manico del martello è fissamente saldato alla membrana del timpano. La staffa chiude ermeticamente la finestra ovale.

Dell'orecchio medio fa pure parte la cosidetta tromba di Eustachio, che è un lungo canale terminante nella gola. Questo canale è una via di comunicazione fra l'orecchio medio e l'ambiente esterno e serve a rinnovare l'aria che si accumula dentro l'orecchio medio, la quale, col suo permanere, potrebbe essere causa di malattia. Le pareti di questo canale sono aderenti e si aprono ad ogni movimento di deglutizione.

All'orecchio medio appartengono ancora due muscoli, che si trovano l'uno al manico del martello (tensor timpani) e l'altro alla staffa. Il Prof. Kiesow fa osservare che essi servono pure a regolare la pressione d'aria che si trova nell'orecchio medio.

L'orecchio interno o labirinto, è situato nello spessore

della rocca, all'interno e un pò all'indietro della cassa timpanica. Esso presenta alcune cavità, di configurazione molto complessa, conosciute sotto il nome collettivo di labirinto osseo (fig. 93). In queste cavità ossee si trovano racchiuse, allo stato fresco, altre cavità più piccole, dalle pareti molli e membranose, in cui vengono ad espandersi le fibrille terminali del nervo uditivo: il loro insieme costituisce il labirinto membranoso (fig. 94). Le cavità del labirinto membranoso sono ripiene di un liquido chiamato endolinfa; inoltre, esse non sono in contatto, almeno su tutta l'estensione della loro superficie esterna, colla parete della cavità ossea che le contiene e le protegge: fra la superficie interna del labirinto osseo e le formazioni molli del labirinto membranoso, si estende una seconda massa liquida detta perilinfa.

Fig 93. Modello della cavità labirintica dell'orecchio sinistro dell'uomo.
a- chiocciola; b apparecchio vestibolare.

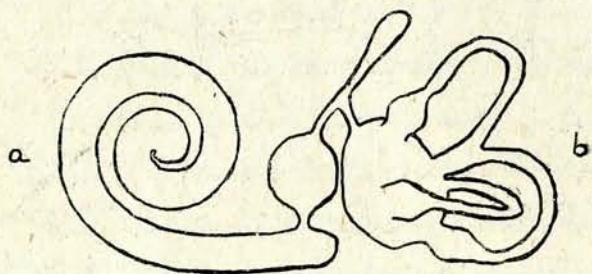



Fig 94. Labirinto membranoso sinistro guardato dall'esterno.
a- chiocciola; b- apparecchio vestibolare.

L'orecchio interno contiene due organi distinti innervati dai due rami dell'ottavo nervo cerebrale: l'apparecchio vestibolare,

innervato dal nervo vestibolare, e la chiocciola, innervata dal nervo cocleare.

L'organo vestibolare che studieremo in seguito, non ha funzioni che si riferiscono all'udito; esso è un organo che sta in relazione con le sensazioni di posizione e di movimento della testa e dell'organismo.

Il vero organo dell'udito risiede nella chiocciola[1]. Essa ha la forma di un canale avvolto a spirale, due giri e mezzo attorno ad una parte ossea detta modiolo (fig. 95). Questo

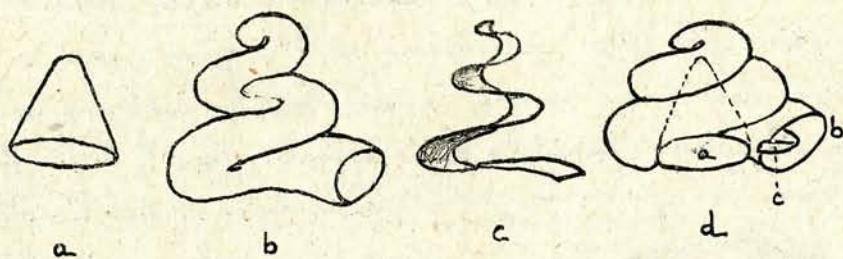



Fig. 95. Le tre parti costituenti la chiocciola (schema)
a - modidolo; b - lamina di contorno; c - lamina spirale; d - il midiolo, la lamina di contorno e la lamina spirale nelle loro reciproche connessioni.

Fig. 96 - Sviluppo del labirinto nei Vertebrati
I nei pesci - II negli uccelli - III nei mammiferi

[1] La chiocciola è variamente sviluppata nella serie degli animali (fig. 96). Nei pesci, ad es., il suo sviluppo è minimo, mentre è sviluppatissimo l'apparecchio vestibolare per la speciale funzione cui deve presiedere. È quindi naturale che nei pesci siano pochissimo, o forse non affatto, sviluppate, le sensazioni uditive. Molto più sviluppata è la chiocciola negli uccelli, e di più ancora nei mammiferi.

canale è diviso in due compartimenti da un setto osseo (lamina spiralis) completato da una porzione membranosa (membrana spiralis). Il compartimento inferiore è la cosidetta rampa o scala timpanica che termina alla finestra rotonda, chiusa per mezzo di una membrana elastica rivolta verso l'orecchio medio; il compartimento superiore è la rampa o scala vestibolare che è chiusa dal pedale della staffa. Al culmine della chiocciola le due rampe comunicano tra loro mercè una piccola apertura.

La rampa vestibolare è nuovamente divisa in due parti per mezzo della membrana di Reissner, così si formano due nuovi canali; la scala vestibolare propriamente detta ed il canale o dotto cocleare (fig. 97). Entro il canale cocleare, e precisamente sopra la membrana basilare, si trova il delicatissimo organo del Corti che rappresenta l'apparecchio periferico dell'udito.

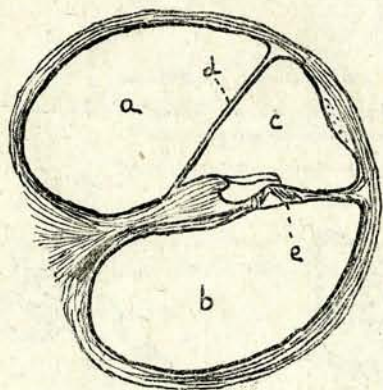



Fig. 97 - Sezione schematica di una spirale della chiocciola.
a - scala vestibolare - b - scala timpanica. c - dotto o canale cocleare; d - membrana di Reissner; e - membrana basilare.

L'organo del Corti (fig. 98) è formato dai cosidetti pilastri del Corti, dalle cellule uditive e dalla membrana tectoria. Due pilastri corrispondenti costituiscono un arco acuto (fig. 99) e l'insieme

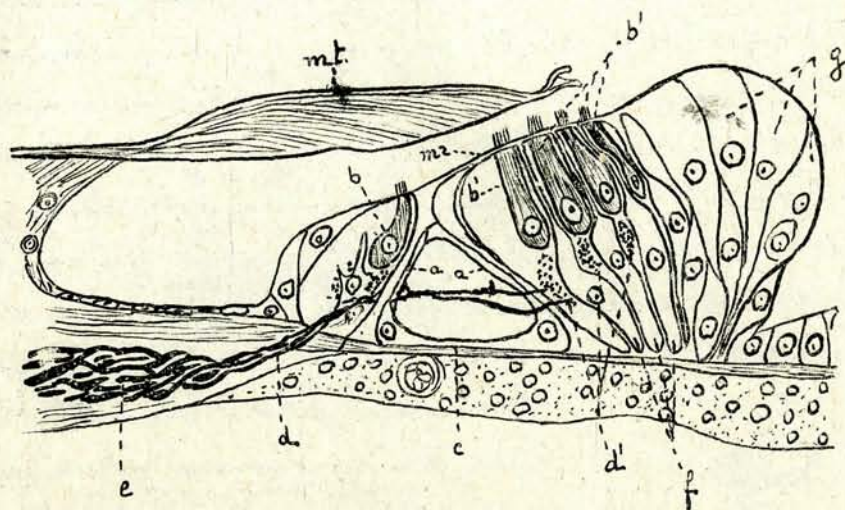
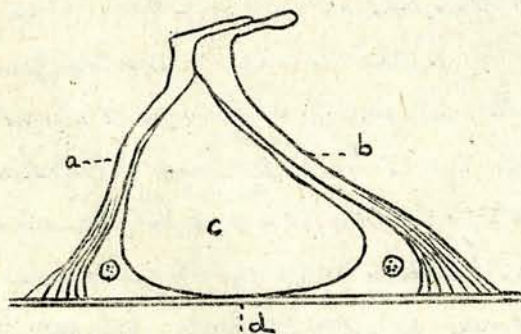



Fig. 98 - Organi del Corti

a. pilastri; b. cellula acustica interna; b' cellule acustiche esterne; c. membrana basilare; d. nervo cocleare terminante con filamenti nervosi (d') alle cellule acustiche; e. ganglio del Corti (del nervo cocleare); f. cellule di sostegno di Deiters; g. cellule di sostegno di Hensen; mr. membrana reticolare; mt. membrana tectoria.

di tali archi forma una specie di galleria per tutta l'estensione del canale cocleare. Le cellule uditive sono situate ai lati dei pilastri. Secondo la loro posizione si distinguono in cellule interne ed esterne. Le prime formano una sola serie, mentre le seconde si trovano in tre o quattro serie. Le cellule uditive o a-

[illegible] pilastri dell'org. [illegible] Corti

a. pilastro interno; b. pilastro esterno; c. galleria del Corti; d. membrana basilare -

custiche esterne sono alquanto distanziate fra loro e fra l'una e l'altra si insinua un prolungamento filiforme delle cellule di sostegno di Deiters che si appoggiano sulla membrana basilare formando una serie sottostante alle cellule acustiche. Una membrana reticolare speciale, detta lamina reticolare, collega e fissa le estremità superiori delle cellule acustiche e le appendici filiformi delle cellule di Deiters. Le cellule acustiche sono cellule cilindriche che hanno la forma di un ditale (fig. 100) e sono provviste di ciglia che sporgono fuori dalla membrana reticolare. Esse sono ancora protette da altre cellule di sostegno (fig. 98).

Fig. 100- Cellula uditiva

La membrana tectoria, la cui estremità interna è fissa, ricopre coll'altra estremità esterna, la quale termina liberamente, l'organo del Corti e riposa sulla membrana reticolare e sulle ciglia acustiche a guisa di uno spegnitoio.

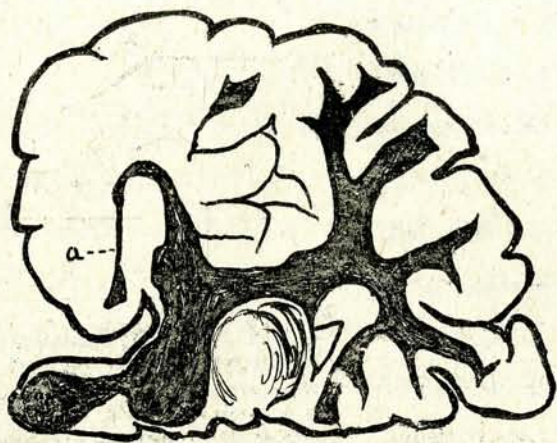
Dalle cellule uditive partono poi i fili nervosi, i quali, riunendosi, danno origine al nervo cocleare, il quale si unisce al nervo vestibolare che proviene dal vestibolo, e forma con questo il nervo acustico. Tanto il nervo cocleare quanto il vestibolare, prima di riunirsi, formano gangli speciali (fig. 98, c).

Il nervo cocleare, dopo di aver sostato nei grassi gangli sottocorticali del cervello va a terminare nel centro uditivo, situato nel lobo temporale. (fig. 101).

Fig. 101 - Centro uditivo
a - via uditiva terminante nel lobo temporale.

Perchè si abbia pertanto una sensazione uditiva è necessario che lo stimolo, il quale è dato dalle ondulazioni dell'aria, prodotte dalle vibrazioni del corpo sonoro, possa giungere ad eccitare l'organo nervoso periferico dell'udito. Questo avviene mediante una serie di trasmissioni del movimento ondulatorio. Prima a ricevere l'eccitamento esterno, raccolto dal padiglione e dal meato esterno, è la membrana del timpano, la quale si mette a vibrare, comunicando il movimento alla catena degli ossicini. È da notare a questo proposito che il manico del martello si attacca al timpano, e lo tira un pò verso l'interno dell'orecchio

medio (fig. 102), cosichè la catena degli ossicini e il timpano sono sempre in uno stato di tensione; di qui si spiega la facilità con cui il movimento del timpano è subito trasmesso alle altre parti retrostanti.

Fig. 102 - Dimostrazione schematica della tensione della membrana del timpano. a-b - membrana del timpano - c punto di attacco del manico del martello. Le freccie indicano la direzione delle onde sonore provenienti dal mondo.

A sua volta la staffa, vibrando comunica il movimento ondulatorio alla linfa, che riempie tutto il labirinto e quindi anche il dotto cocleare. Si comprende che le onde formantesi nella linfa del dotto cocleare non possono essere che onde stazionarie le quali a loro volta eccitano poi l'organo del Corti. Parleremo più avanti delle teorie in merito. Aggiungiamo che l'organo periferico dell'udito è immensamente piccolo e perchè tale, sfugge alla possibilità di una osservazione diretta.

4 - Sensazioni uditive

Tutte le sensazioni uditive si possono dividere, secondo la loro qualità, in due grandi categorie, e cioè: in suoni e in rumori. Che cosa sia il suono, che cosa sia il rumore noi sappiamo per esperienza e possiamo anche indicare le condizioni necessarie per averli.

Generalmente diconsi suoni quelle sensazioni uditive che decorrono uguali, levigate, omogenee; mentre invece rumori

si appellano quelle sensazioni uditive, che (quando hanno una certa durata e non consistono in un semplice colpo od urto istantaneo) si distinguono per la loro asperità e instabilità, e che mancano quindi di uniformità e di omogeneità.

In altre parole diconsi suoni le sensazioni uditive determinate da ondulazioni periodiche; rumori quelle determinate da ondulazioni aperiodiche. I suoni si distinguono poi in semplici e in complessi. I suoni semplici vengono denominati toni, per distinguerli dai suoni propriamente detti che sono sempre complessi cioè risultanti dalla riunione di più vibrazioni semplici, vale a dire di più toni. Da ciò risulta che il tono è una sensazione, cioè un elemento psichico, mentre ogni suono è già una rappresentazione.

Mentre la forma dei toni è sempre la stessa, quella dei suoni è assai varia e dipende dalla sommazione algebrica dei toni da cui risultano composti. Il più basso dei toni che compongono un suono si dice tono fondamentale: gli altri, diconsi, toni parziali, ipertoni, o anche armonici. Gli eccitamenti acustici provocati dai diversi strumenti musicali sono gli esempi più cospicui dei suoni; i sussurri, i sibili, gli urli del vento, gli scrosci della piazza, gli strepiti del tuono, il rotolare di un carro, il raspare di una sega o di una lima, sono esempi svariati dei rumori.

Perchè il movimento ondulatorio sia percepito come impressione acustica occorre sempre un certo numero di vibrazioni

numero che varia coll'acutezza del suono: una sola onda non dà suono. Secondo Abraham e Brühl, due onde vengono percepite come suono entro la serie che va dai suoni bassi fino a quelli di 3000 vibrazioni. Coll'aumentare delle vibrazioni aumenta pure il numero delle singole onde perchè si abbia l'impressione di suono. La ricerca delle vibrazioni di corpi sonori necessarie, perchè siano percepite come suono, si fa colla sirena e con altri apparecchi. Il carattere qualitativo dei suoni, emessi dai differenti strumenti orchestrali, compresa la voce umana per cui si distinguono facilmente tra loro, anche quando emettono una stessa nota e colla stessa intensità di vibrazioni, dicesi <u>timbro</u> o <u>colorito dei suoni musicali</u>. Quando colla nostra voce cantiamo una data nota musicale e suoniamo la stessa nota col violino, col clarinetto, col flauto, col piano, ecc. noi otteniamo sempre suoni rappresentati dallo stesso numero di vibrazioni. Eppure anche un orecchio poco musicale è capace di differenziarlo, indicando gli strumenti con cui sono prodotti, perchè la laringe e i diversi strumenti imprimono alle note un <u>timbro</u> o colorito diverso indipendentemente dall'altezza del suono. Il timbro dipende dal fatto che al tono fondamentale si fondono ipertoni, dipendenti dalle vibrazioni di singole parti dello strumento, ipertoni che sono diversi secondo la natura dei vari strumenti stessi.

Quando si fa vibrare una corda qualunque di un contrabasso, in tutta la sua lunghezza si ottiene un suono

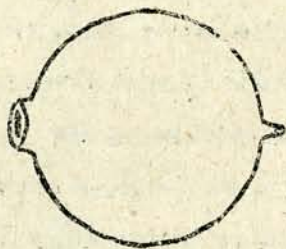
nel quale, un orecchio esercitato ravvisa la complessità distinguendo un tono fondamentale, e quello dell'ottava immediatamente superiore, rappresentato da un numero doppio di vibrazioni. Ciò vuol dire che mentre la corda intera eseguisce una vibrazione, ciascuna delle due metà ne eseguisce due. Ma quando la corda vibra in tutta la sua lunghezza, non solo vibrano contemporaneamente le sue metà, ma anche i tre terzi, i quattro quarti, i cinque quinti, ecc. della corda, producendo sopratoni sempre più elevati e più deboli e quindi sempre meno distinguibili. L'altezza dei sopratoni è determinata dal tono fondamentale. Mentre questo fa una vibrazione, il primo armonico ne fa due, il secondo ne fa tre il terzo quattro, il quarto cinque, ecc. Se p. es. il fondamentale è un do la serie degli armonici, o suoni parziali, o ipertoni sarà do, sol, do', mi', sol', si', do², re², mi², fa², sol². Si aggiunga che anche l'intensità degli ipertoni che accompagnano il suono fondamentale, esercita una influenza sul carattere del timbro.

Quanto ai cosidetti intervalli musicali essi vengono determinati dal rapporto che esiste tra il numero delle vibrazioni dei singoli suoni. Tale rapporto è indicato nella tabella seguente:

ottava	1 : 2
quinta	2 : 3
quarta	3 : 4
terza maggiore	4 : 5

terza minore 5 : 6
sesta maggiore 5 : 8

Per analizzare i diversi suoni parziali contenuti in unito suono, si fa uso della serie dei risuonatori di Helmholtz, i quali essendo accordati ad un determinato suono, sono capaci di rinforzare e di rendere facilmente avvertibili i singoli toni parziali da cui risulta un suono complesso. I risuonatori di Helmholtz sono sfere cave metalliche (fig. 103) di diverso diametro, forate ai due poli. L'una apertura più grande serve a raccogliere le onde sonore, derivanti dall'istrumento sonante. La seconda apertura, posta all'opposto della prima, e che è più piccola, è destinata ad essere introdotta nel condotto uditivo esterno dell'osservatore.

Fig. 103 - Risonatore di Helmholtz

Da quanto si è detto si rileva facilmente che è assai difficile avere suoni puri, intesi come elementi psichici, che non possono più essere ulteriormente analizzabili. Però Helmholtz è riuscito ad avere suoni abbastanza puri, oltrechè coi risonatori, sopra descritti, anche con cassette di legno speciali sopra cui pose dei diapason (fig. 104). Le cassette sono accordate sia per la qualità del legno, che per l'aria in essa contenuta, al diapason che le sta sopra, per cui viene rinforzato il suono fondamentale e soggettivamente dimi-

nati gli ipertoni.

5. Altre rappresentazioni uditive.

Fig. 104. Cassetta risonante di Helmholtz

Noi possiamo rappresentare graficamente le ondulazioni prodotte in aria dalle vibrazioni dei corpi, che danno origine alle sensazioni uditive.

Se il movimento ondulatorio è sempre periodico, se cioè le onde si ripetono sempre con la medesima forma (fig. 105) allora abbiamo il suono.

Fig. 105. Movimento ondulatorio periodico (suono)

Quando due o più suoni vengono emessi, allora si combinano fra loro e formano una nuova onda, pure essa periodica, originata dalla sommazione delle singole onde che si sovrappongono. Sia, p. es., il suono fondamentale rappresentato da una curva a (fig. 106) che stia ad indicare una onda, supponiamo di 500 vibrazioni al minuto secondo, e sia l'ottava di essa rappresentata da un

Fig. 106

altra curva b che rappresenti un'onda di 1000 vibrazioni: queste due onde danno luogo ad una terza onda indicata da un'altra curva c, il cui numero di vibrazioni corrisponde sempre al numero delle vibrazioni del suono di maggior lunghezza d'onda, cioè del suono più basso. Ma siccome il movimento delle due prime onde è periodico, così la curva c non cambia la sua forma ed è pure periodica. Questa forma è speciale per ogni rapporto in cui stiano fra di loro le onde dei vari suoni che si fondono. Lo stesso dicasi del suono fondamentale in rapporto coi vari ipertoni. Così se all'onda del tono fondamentale a (fig. 107) si aggiunge l'onda dell'ipertono, eguale ad un terzo della prima b, avremo un altro movimento ondulatorio, pur esso periodico, ed una nuova curva della fusione c.

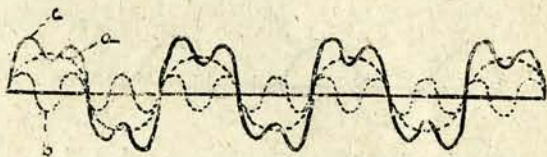



Fig. 107

Quando si tratta di rumori (fischio, vento, ecc.) la cosa è diversa. Anche il rumore consta di molti suoni parziali che si aggiungono ad un suono dominante (1), ma in questo caso il movimento risultante dall'insieme non è più un movimento periodico, bensì un movimento aperiodico (fig. 108)

(1). Questo suono dominante lo si può sempre distinguere. Tenendo conto di esso si può persino ordinare in scala acustica i rumori, facendo uso, ad es. di una serie di bastoncini di legno di lunghezza o di spessore diverso ed ordinati a seconda di essa.

che cioè cambia di forma continuamente, benchè i singoli movimenti che lo compongono siano periodici; basta adunque, perchè si abbia il rumore, che le singole onde siano di lunghezza disuguali.

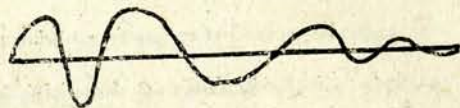



Fig. 108 - Movimento aperiodico ondulatorio (rumore)

Queste forme di onda si ritrovano nella nostra voce: così le vocali, per ciascuna delle quali si ha un'onda speciale che le è caratteristica, sono suoni, mentre le consonanti non sono che rumori.

L'orecchio, assai più che non l'occhio, è un apparecchio analizzatore, cosicchè se la fusione nel campo acustico è grande, non è però così perfetta come nel campo visivo. Così, se prendiamo un disco che porti impresso un cerchietto nero su fondo bianco (fig. 109) e lo facciamo girare intorno al proprio centro, dopo pochi giri il nero del cerchietto si fonde col bianco del disco dando luogo alla percezione di una striscia circolare grigia. Ma se muniamo la periferia del disco di un dente (fig. 110) e facciamo sì che questo dente, girando il disco, urti contro un ostacolo - ad es: contro un pezzo di cartone - mentre il nero

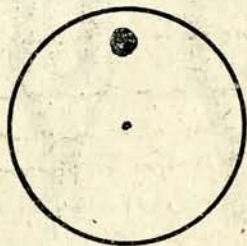



Fig. 109

del cerchietto, per la fusione, che tosto si verifica, non è più percepito come tale, al contrario la successione dei contatti si percepisce distintamente anche se la velocità di rotazione del disco è molto grande, e ciò succede pure, quando tutto l'orlo del disco sia dentato (fig 111.)

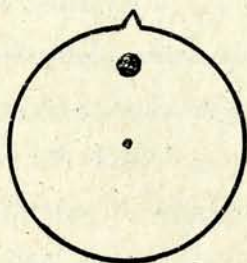



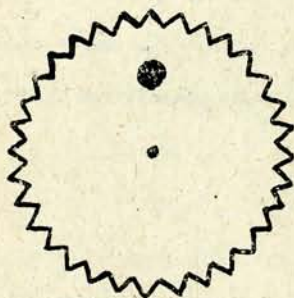
Fig. 110

Ciò prova che nelle sensazioni uditive si verifica assai difficilmente la fusione.

Fig. 111

Il fenomeno degli urti. Per urti (Schwebungen) si intende lo strano fenomeno che talvolta si osserva quando due sorgenti acustiche, di cui è diverso il numero delle loro vibrazioni, vengono eccitate contemporaneamente. Si tratta del caso in cui i due suoni prodotti non si fondono. Adoperando, ad esempio, due diapason, dei quali uno porta dei pesi spostabili (fig. 112) che permettono di variare il numero delle sue vibrazioni, noi osserviamo quando la differenza fra loro è minima, un suono che periodicamente

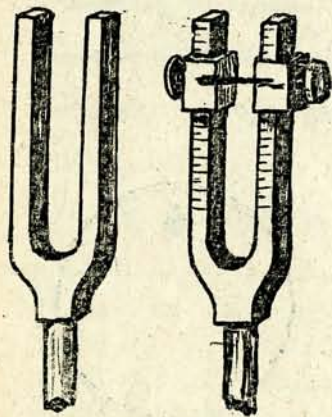



Fig. 112

aumenta e diminuisce di intensità, fenomeno paragonabile al librarsi di ali durante il volo tranquillo di un grosso uccello. Aumentando la differenza si sente un suono che di quando in quando sembra interrotto (urti propriamente detti). Il fenomeno è nel primo caso identico a quello che si ha quando si fa vibrare un diapason e periodicamente lo si allontana dall'orecchio e a questo lo si avvicina. Nel secondo caso abbiamo lo stesso fenomeno di quello che si osserva quando, periodicamente e con una certa velocità poniamo tra il diapason che vibra e l'orecchio un oggetto, p. es la mano.

Il numero delle interruzioni sta in rapporto colla predetta differenza e resta per un dato rapporto costante, cosicchè dal conteggio degli urti si può stabilire il numero di vibrazioni che ha un suono più dell'altro. Ad esempio: se dieci sono gli urti dati in un minuto secondo da due suoni, vuol dire che dieci sono le vibrazioni che li differenziano. Ad ogni aumento della detta differenza aumenta quindi anche il numero degli urti, ma se esso è troppo grande, è chiaro che non possiamo più contarli, benchè si continui a percepirli. Il fenomeno acquista in questo caso il carattere di un rullio. Entro l'intervallo di un mezzo suono si sente poi il suono intermedio (Zwischenton di Stumpf) come portatore degli urti.

Le condizioni fisiche per il sorgere degli urti stanno nel fatto che, essendo il numero delle vibrazioni delle due sorgenti acustiche disuguale, certi punti più bassi delle

onde di una serie a possono coincidere con punti più alti di determinate onde dell'altra serie b (fig. 113). Gli urti si producono appunto nei momenti in cui si verifica una tale coincidenza (in m).

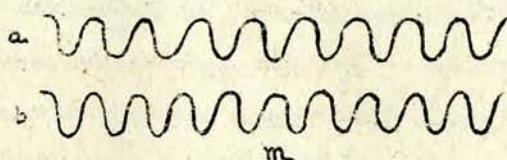



Fig. 113

I suoni di combinazione. I suoni di combinazione si possono dividere in due categorie: in suoni di differenza e in suoni di sommazione.

I suoni di differenza, scoperti dal Tartini, risultano dalla differenza delle onde dei vari stimoli. Se p. esempio si hanno due suoni di cui il primo è dato da 200 vibrazioni ed il secondo da 300, allora il suono di differenza è dato dalla differenza fra 300 e 200, cioè da un suono di 100 vibrazioni. Indicando con t il suono più basso (es. 200 vibrazioni), con h il più alto (300 vibrazioni), si ha per questo suono di differenza la formula $h - t$. Oltre a questo suono di differenza può nascere un secondo della formula $2t - h$. Anche gli ipertoni possono produrre il suono di differenza; si capisce quindi quanto grande sia l'importanza di questo fenomeno in musica. I suoni di differenza si ottengono facilmente con strumenti musicali i cui suoni continuano per un dato tempo colla med-

sima intensità.

I suoni di sommazione risultano dalla sommazione del numero delle vibrazioni di due suoni. Formula principale [illegible]. È però da notare che i suoni di sommazione sono in tutti i casi molto più deboli dei suoni di differenza, cosicchè essi possono essere percepiti soltanto da osservatori molto esercitati. È questa la ragione per cui non tutti i ricercatori ammettono tali suoni di sommazione.

6- Teoria di Helmholtz

Come avvenga il processo nervoso per mezzo del quale lo stimolo meccanico esterno suscita nella nostra coscienza la sensazione uditiva, è, allo stato attuale della conoscenza impossibile precisare. Per cui anche per questa classe di sensazioni, come per le altre, dobbiamo ricorrere ad ipotesi.

Tra le varie teorie formulate a questo proposito, ci limitiamo a descrivere quella di Helmholtz che è di maggior importanza.

Helmholtz prende le mosse da un fenomeno di facile constatazione, detto di risonanza. Quando abbiamo due sorgenti acustiche, ad es. due diapason, aventi un identico numero di vibrazioni, basta eccitare uno solo di essi perchè anche l'altro si mette a vibrare, e ciò perchè le onde che partono prima, sorgente acustica comunicano il movimento alla seconda la quale vibra in modo analogo senza essere toccata. Il diapason che vibra senza esser toccato dicesi risuonatore. Orbene, secondo Helmholtz

la stessa cosa si ripete nel nostro apparecchio uditivo, che è anch'esso risuonatore. Se esaminiamo la struttura della membrana basilare, vediamo che questa è costituita da un numero enorme di fibre (fig. 114), di varia lunghezza, disposte in modo che le più lunghe si trovino in alto, e le più corte in basso, ciascuna delle quali, dice Helmholtz, è accordata ad un determinato movimento ondulatorio.

Siccome sulla membrana basilare stanno, come abbiamo visto, le cellule uditive, che sono coperte dalla membrana tectoria e dalle quali partono i fili nervosi, che costituiscono il nervo cocleare, si comprende come ogni cellula uditiva deve essere eccitata ogni qualvolta vibri la fibra sottostante.

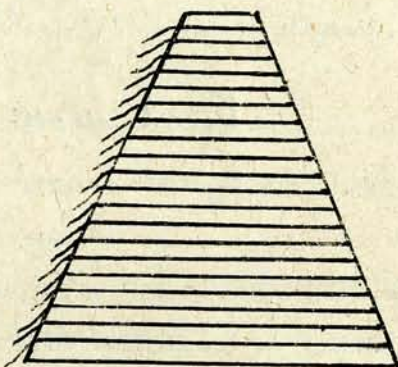



Fig. 114. Membrana basilare (schema)

Quanto al valore della teoria di Helmholtz, bisogna ammettere che essa è stata molto utile per la ricerca dei fenomeni uditivi e che in linea generale corrisponde veramente a molti fatti che si conoscono. Ciò nonostante bisogna pure convenire che alcuni fatti non vengono sufficientemente spiegati da essa, o non vengono spiegati affatto. È poi da vedere ancora se all'immenso numero di suoni che vengono percepiti corrisponda un ugual numero di fibre della membrana basilare, e di cellule uditive. Inoltre è ammesso da quasi tutti che la teoria non spiega sufficientemente il

fenomeno degli urti. Quanto ai suoni di combinazione, Helmholtz stesso ha ammesso l'incapacità della sua teoria di spiegare questo fenomeno. Per esso egli ricorre ad un'altra spiegazione cercandola nelle vibrazioni asimmetriche della membrana del timpano. Nonostante le molte critiche fatte alla teoria di Helmholtz vi sono d'altra parte molti fatti positivi che in generale le vengono in appoggio. L'esperienza dimostra, per esempio, che i vecchi non odono più i suoni bassi ed alti. Fatto che si deve ad una specie di sclerosi da cui, ad una data età, vengono affette le parti estreme della membrana basilare. Si osserva inoltre che in certe malattie dell'orecchio si producono delle lacune nella serie dei suoni, lacune che certamente dipendono dalla distruzione di parti corrispondenti della membrana basilare. Recentemente poi parecchie ricerche interessantissime, compiute su animali da uno scienziato giapponese, hanno portato a risultati, che confermano pure la teoria di Helmholtz. Questo scienziato ha osservato che, se si sottopongono conigli e cani per giornate intere, magari anche per un mese, alla percezione di forti suoni o rumori sempre di uguale intensità, e poscia si esamina l'organo di Corti degli animali uccisi, esso presenta sempre delle alterazioni in ben determinate regioni. Variando l'altezza del suono o del rumore, varia pure la localizzazione dell'alterazione.

In favore della teoria di Helmholtz parla pure il fatto

che in persone, obbligate dal lavoro, cui sono adibite a trovar-si continuamente sotto le medesime impressioni acustiche, dopo un determinato tempo, queste impressioni non sono più da esse percepite. Il che fa supporre che la parte corrispondente dell'organo di Corti sia andato distrutto.

7. La voce umana

Nella voce umana si distinguono le vocali e le consonanti: le prime sono suoni, le seconde rumori. Le une e le altre variano da popolo a popolo cosicchè è interessante il loro studio per un esame comparativo dei linguaggi. Il ramo scientifico speciale che si occupa di tale studio dicesi "fonetica."

Nella formazione della vocale si ha qualchecosa di simile a ciò che si verifica quando a un tono fondamentale si associano ipertoni. Il tono fondamentale è dato, nel nostro caso, dalla laringe (corde vocali), gli ipertoni si hanno nella bocca. Cosicchè anche le vocali sono formate da ondulazioni speciali, che si possono analizzare. Chi per primo ebbe la geniale idea di riprodurre queste onde e renderle visibili fu il Köenig, il quale ideò un apparecchio (fig. 115) costituito da una capsula, in mezzo alla quale è fissata una membrana elastica molto sottile di gomma, che chiude l'estremità di un imbuto. Parlando nell'imbuto, l'aria che esce dalla

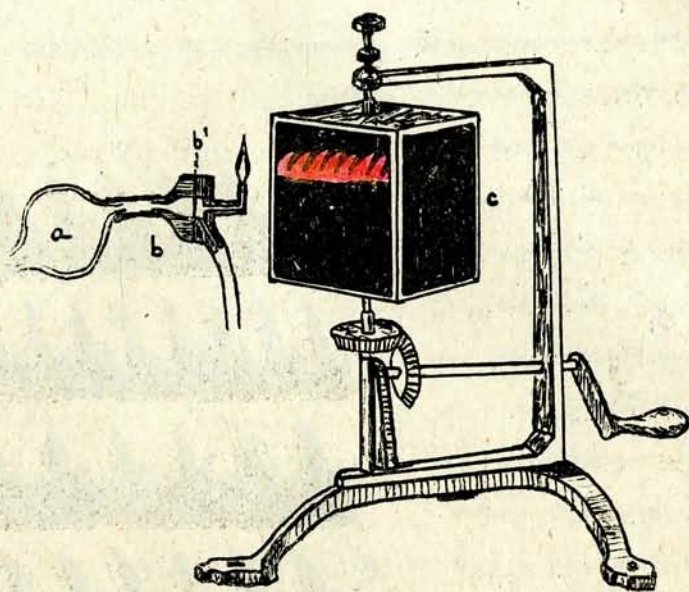



Fig. 115 - Apparecchio del König.

a - risuonatore o imbuto nel quale si parla;
b - capsula del König con la membrana b'.
c - cilindro rotante sul quale vengono proiettati in forma di striscia, i movimenti della fiammella.

voce fa vibrare la membrana, la quale riproduce la forma dell'onda della data parola che si pronuncia; comunicandola ad una fiammella, alimentata da gas acetilene, o da gas luce. La fiammella essendo sensibilissima a tutti i movimenti dell'aria, riproduce fedelmente le onde della membrana. Queste onde vengono poi riflesse su di un cubo girevole, le cui pareti esterne sono munite di specchi e sul quale si forma una striscia luminosa portante la riproduzione precisa delle ondulazioni della vocale pronunciata. Il König potè così ottenere la forma

dell'onda di ciascuna vocale, forma che, come si vede dalla figura 116, varia l'una dall'altra.

L'apparecchio che nell'uomo dà il tono fondamentale delle vocali si trova nella laringe. La laringe (fig. 117) consta di lamine vibranti cartilaginee e di un tubo di risonanza. Le lamine vibranti, o membrane, denominate: cricoide, tiroide e due aritnoidi, sono collegate fra loro da muscoli, da fibre, da legamenti membranosi, e possono allontanarsi ed avvicinarsi fra di loro. Nell'interno della cavità formata da queste cartilagini sono situate le due corde vocali, (fig. 118) che sono più o meno tese a seconda della parola che si pronuncia o si canta. Fra le corde vocali vi è una piccola fessura, e attraverso di questa passa

u

o

a

e

i

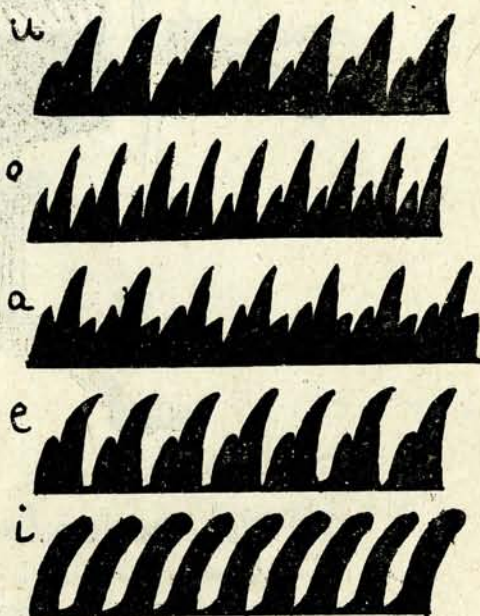
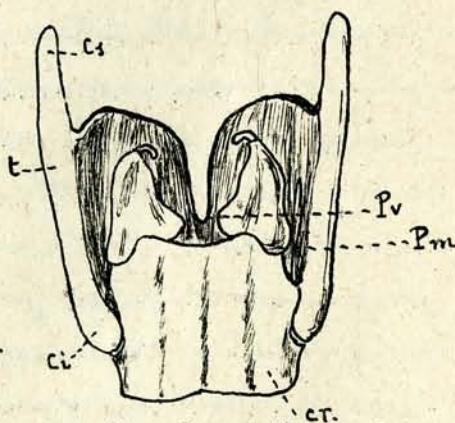



Fig. 116

Fig. 117 _ Cartilagini laringee vedute dal di dietro
t_ tiroidea _ cs suo corno superiore; ci_ suo corno inferiore; cc_ cricoidea. Pm, pv_ processo muscolare e vocale della cartilagine aritnoidea.

l'aria che le fa vibrare. Da tutto quest'insieme dipende il tono fondamentale delle vocali. Che si tratti poi veramente di fusione fra vari suoni, lo dimostra la varietà dei timbri caratteristici per ogni singola voce. La voce del bambino è diversa da quella dell'adulto, non solo, ma ogni bambino ha un timbro di voce che gli è proprio. Gli adulti inoltre si differenziano fra di loro.

Fig. 118 - Sezione frontale della laringe; veduta della metà anteriore del didietro.

t - tiroidea; cr - cricoidea; a - plica ari-epiglottica; 1 - cercine dell'epiglottide; 2 - ventricolo laringeo; 4 - plica tiro-aritnoidea sup. o corda vocale falsa; 5 - plica tiro-aritnoidea inf. o corda vocale vera.

Benchè il problema della formazione delle vocali non sia ancora interamente risolto, è certo che anche le altre parti della cavità laringo boccale concorrono nella formazione di esse. Così, ad es., perchè si possa pronunciare l'a occorre che la bocca sia ben aperta e la lingua abbassata, affinchè la corrente d'aria proveniente dai polmoni possa uscire liberamente. La posizione della bocca è diversa per le altre vocali, come dimostrano i disegni schematici della figura 119. I toni che si hanno per la posizione speciale della bocca vengono detti da alcuni scienziati "formanti".

Le vocali stesse poi sono già di per sè di varia altezza, come si può constatare, pronunciando a voce afona: u - o - a - e - i. L'u rappresenta in tal caso il suono più

Fig. 119 - Atteggiamento del canale fonatorio durante l'emissione delle tre vocali fondamentali.

basso e l'i quello più alto.

In questi ultimi tempi si riuscì a riprodurre diverse vocali artificialmente per mezzo del così detto tubo delle vocali (Vokalröhre) di Gutzmann. Si tratta di una laringe artificiale (fig. 120), formata da una membrana di gomma e di un tubo di metallo incurvato alla estremità. L'aria arriva alla membrana per mezzo di un tubo portante una pera di gomma. Premendo questa l'apparecchio da un suono. Ora, se si dà alla bocca la forma che normalmente si ha

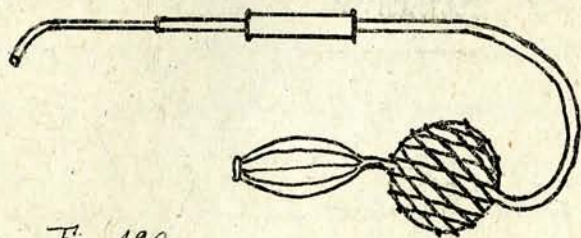



Fig. 120

nel pronunciare, ad es., l'a e si fa entrare nella bocca il tubo incurvato dell'apparecchio, si ottengono in senso inverso le condizioni stesse che si riscontrano nella laringe nor-

male, cosicchè mettendo in azione l'apparecchio, si sentirà chiaramente il suono dell'a. Dando poi alla bocca la posizione che ha nell'emissione dell'o, dell'e, dell'u, si otterranno le vocali o, e, u. È difficile riprodurre l'i, pare però che altri scienziati siano riusciti ad ottenerlo con speciali apparecchi.

Il suono delle vocali si può ancora ottenere artificialmente senza il concorso della bocca. Si fa uso in tal caso di un tubo di vetro della lunghezza di circa 50 cm. e del diametro di 3 cm., nel quale si introduce l'apparecchio sopra descritto (fig. 121), che porta però in tal caso l'estremità dritta. Questa è infissa in un tappo col quale scorre nell'interno del tubo di vetro, variando in tal modo la quantità d'aria che, la corrente proveniente dall'apparecchio, incontra. Col variare di dette quantità d'aria si ottengono pure varie vocali.

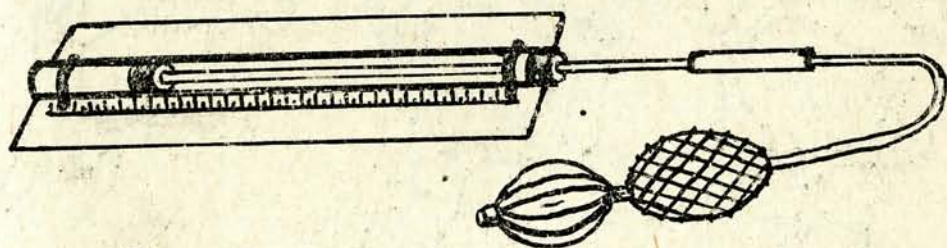



Fig. 121

Il Gutzmann ideò ancora un'altro strumento che registra esattamente i movimenti della laringe per mezzo di una penna scrivente.

Da noi questi studi vennero ripresi specialmente dal Prof. Stefanini di Pisa.

Quanto alle consonanti esse non sono che rumori, prodotti dalla corrente d'aria, che esce fra i denti, il palato, la lingua, ecc, rumori ai quali naturalmente possono associarsi anche suoni. La fig. 122 indica la posizione delle singole parti della bocca per le varie consonanti.

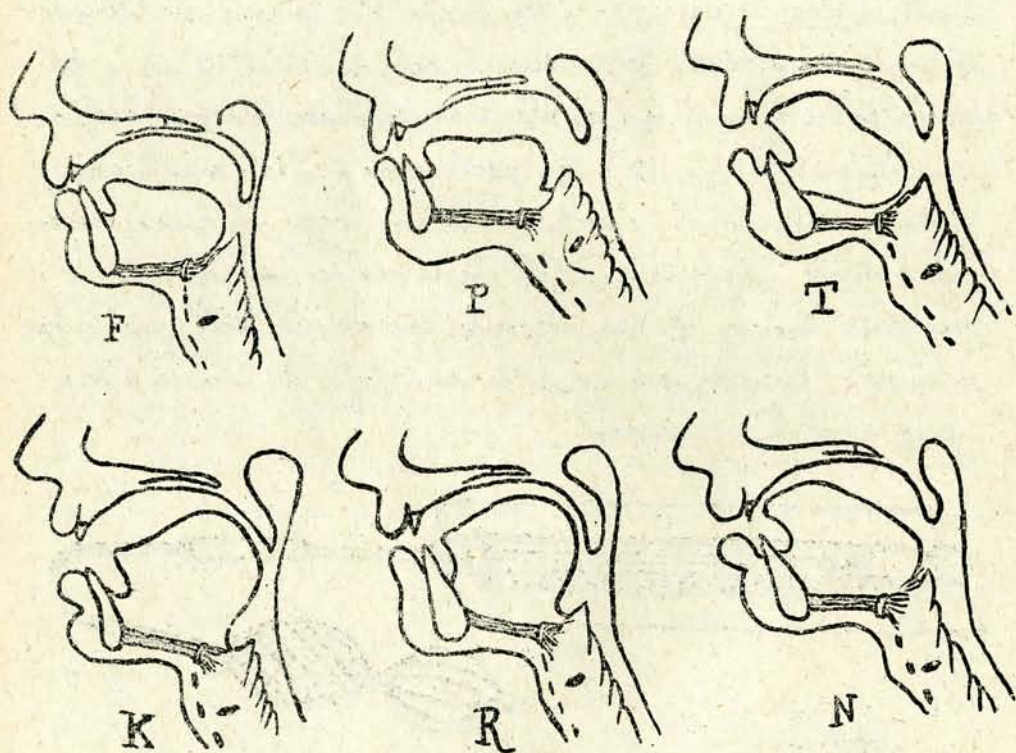



Fig. 122. Atteggiamento della bocca nell'emissione delle consonanti F.P, T, K, R, N.

8_ Il fonografo, il telefono

Se le onde prodotte dalla voce possono essere fotografa-
te, deve essere pure possibile la trasmissione della loro for-
ma a date sostanze, come la cera, lo stagnolo, ecc, che siano
capaci di ricevere e di conservarne la impressione così
da rendere possibile la riproduzione delle onde sonore
quando concorrano condizioni e mezzi speciali. A questo
proposito si fanno di un apparecchio, detto fonografo.
Si tratta anche qui di una membrana molto sensibile,
la quale ripete esattamente tutte le onde sonore, prodottesi
per mezzo della voce umana e dei vari strumenti musicali.
A questa membrana è applicata una punta, la quale è
atta ad imprimere sopra un cilindro di cera, tutte le for-
me delle onde sonore a somiglianza di quanto avviene
della fiamma nell'apparecchio di Köenig. Le impressioni
che in tal modo si producano sulla cera corrispondono
esattamente a tutte le singole onde che sono pervenute al
cilindro, per cui se questo viene messo nuovamente in ro-
tazione e per mezzo di una punta si comunica la forma
dell'onda impressa ad un'altra membrana, questa vibran
do riprodurrà fedelmente quanto venne inciso sulla cera.
Ad aumentare la riproduzione dei suoni vi ha poscia un
imbuto, che serve a concentrare le onde sonore.

L'inventore del fonografo fu l'Edison, la cui scoperta
ha una grande importanza anche per la psicologia dei po-
poli, perchè col fonografo, nonostante le sue imperfezioni

si possano paragonare, confrontare i vari linguaggi e trovarne le leggi comuni.

Il telefono è pure basato sopra un sistema di membrane elastiche, atte a riprodurre, per mezzo della corrente elettrica, tutte le vibrazioni della voce. Un americano, Graham Bell ne fu l'inventore e venne poscia perfezionato da Hughes, pure americano, il cui dispositivo è tuttora in uso.

Le sensazioni cutanee

Tutte le regioni della superficie cutanea sono sedi di importanti funzioni sensoriali, che fino dai tempi antichi venivano conglobate sotto l'unica denominazione di «sensazioni tattili». Lo studio analitico di queste sensazioni risale agli ultimi decenni del secolo scorso, in cui parecchi ricercatori portarono un notevole progresso in questo campo. E. H. Weber (1834) fu il primo a intraprendere uno studio sistematico sulle sensazioni cutanee e arrivò a notevoli risultati che ancora oggidì costituiscono una parte importante dell'argomento. Poscia il Blix nel 1882 il Goldscheider nel 1883 e il Donaldson nel 1885, scopersero nella pelle, quasi contemporaneamente, i punti pel caldo pel freddo e per la pressione. Infine il v. Frey (1894-97) ammise, dopo accurate ricerche, che esiste oltre ai punti pel caldo, pel freddo e per la pressione, eziandio i punti dolori fisici. In seguito altri ricercatori confermarono questi risultati, cosicchè oggi sotto la denominazione di sensazioni cutanee si comprendono le sensazioni del tatto o di pressione, del caldo, del freddo e del dolore. A queste, considerate sensazioni semplici, si aggiungono quelle del solletico e del prurito, che sono sensazioni composte.

Frey

1° Stimolo

Lo stimolo esterno per le sensazioni cutanee può essere

di natura fisica, chimica e meccanica.

2° Condizioni anatomico-fisiologiche

Non tutta la pelle, come tale, percepisce i vari stimoli. Essa è soltanto la portatrice di organi specifici per ciascuna sensazione, i quali reagiscono a determinati stimoli adeguati.

Anatomicamente considerata, la cute, risulta formata dalla sovrapposizione di tre strati: l'epidermide, il derma, e lo strato sottocutaneo (fig. 123)

L'epidermide è lo strato più superficiale. Esso è costituito da cellule epiteliali e consta a sua volta di cinque strati i quali, procedendo dallo strato più profondo verso la superficie si presentano nell'ordine seguente: strato mucoso,

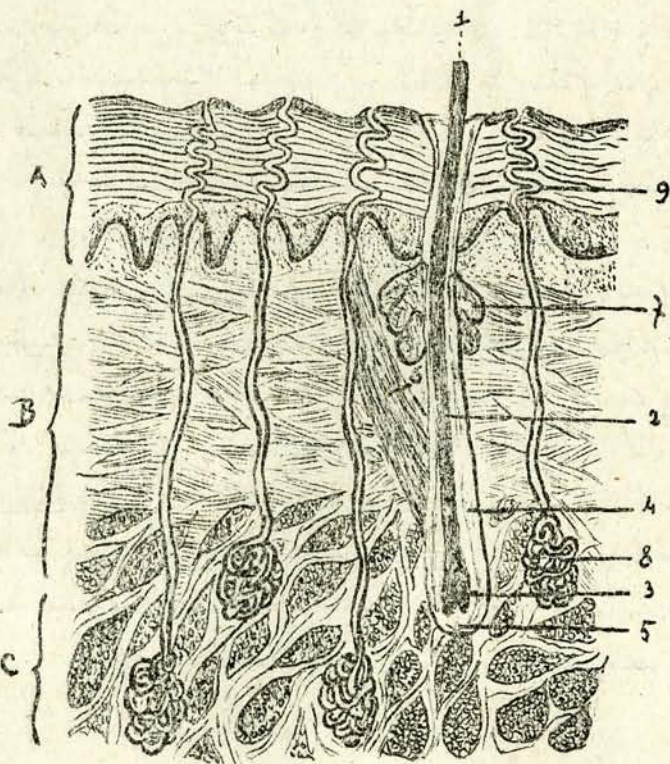



Fig. -123 - Sezione trasversa della pelle
A - epidermide; B - derma; C - strato sottocutaneo
1 - stelo di 1 pelo con 2 sua radice; 3 suo bulbo radice, 4 suo follicolo,
5 - sua papilla; 6 - muscolo erettore del pelo; 7 - ghiandola sebacea;
8 - glomerulo di una ghiandola sudoripara con 9 suo canale escretore.

strato di Malpighi, strato granuloso, strato lucido, strato corneo. L'epidermide ha funzioni protettive e nello strato mucoso e di Malpighi si rinvengono delle terminazioni libere organi specifici nervosi per la sensazione del dolore.

Il derma, o cute propriamente detta, è la parte più importante per gli organi che contiene. In essa si distinguono due strati uno superiore detto papillare ed uno inferiore detto reticolare. Quest'ultima è caratterizzata dalla presenza dei vasi sanguigni che si intrecciano a forma di rete: il papillare invece è formato da numerose e piccole sporgenze, dette papille, scoperte dal Malpighi nel 1664. Le papille si dividono poi in vascolari e nervosi (fig. 124) secondo che contengono piccolissimi vasi sanguigni in forma di ansa, detti capillari; oppure dei corpuscoli tattili. Nelle papille vascolari però trovansi pure delle terminazioni nervose (Ruffini) e secondo lo Sfameni, sia le vascolari che le nervose, sono da ritenersi tutte come papille sensitive, anzi lo strato papillare e subpapillare della cute, colla la loro ricca, estesa e complessa innervazione, costituiscono un insieme organico di organi specifici di senso. Le papille vascolari sono sparse uniforme

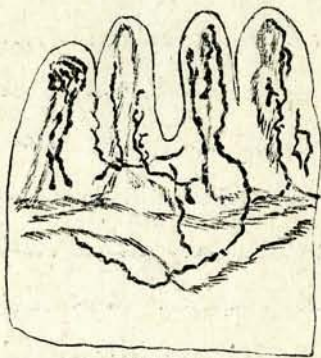



Fig. 124

Papille e strato subpapillare della regione palmare.
Nella prima papilla a sinistra della fig. si trova un piccolo corpuscolo del Meissner (papilla nervosa); la seconda pure a sinistra è una papilla vascolare

mente su tutta la superficie dell'integumento esterno, le papille nervose si trovano esclusivamente nella faccia palmare della mano e nella faccia plantare del piede.

Nelle papille si rinvengono molti organi nervosi dei quali i più importanti sono i corpuscoli del Meissner, scoperti da questi nel 1852, detti anche corpuscoli Meissner-Ruffini, perchè vennero studiati in particolare modo dal Ruffini. Essi hanno generalmente la forma di piccoli corpi olivari occupanti quasi completamente la papilla (fig. 125). La fibra nervosa, che termina in essi, si divide in un certo numero di fibrille (arborizzazione) ciascuna delle quali, piegata a spirale, termina con un rigonfiamento appiattito in forma di disco. Gli organi di Meissner sono eminentemente corpuscoli tattili e si trovano soltanto nell'uomo e nella scimmia.

Fig. 125 - Corpuscolo del Meissne[r] ...ilob... to con struttura ...mplicissima. Il tratteggiato è un capillare sanguigno.

Nell'uomo si hanno alle estremità terminali degli arti nella mano e nel piede là dove le sensazioni tattili sono specializzate; e sono particolarmente abbondanti nel polpastrello delle dita, della mano e del piede[1]. Negli altri animali i corpuscoli del Meissner sono sostituiti dai cor-

---

[1] Nel polpastrello delle dita della mano essi si trovano in numero di 22 per ogni centimetro quadrato di superficie.

puscoli o clave di Krause (fig. 126), organi evidentemente tattili che hanno la forma di una clava.

Oltre ai corpuscoli di Meissner si osservano nelle papille ancora altri organi denominati: corpuscoli di Dogiel, fiocchetti papillari di Ruffini, corpuscoli di Golgi-Mazzoni.

Lo strato sottocutaneo è formato da tessuto connettivo; in esso si trovano i corpuscoli di Pacini gli organi di Ruffini ed altri si trovano in quasi tutte (fig 127) le regioni della pelle; hanno forma ovoidale e nella parte centrale di essi hanno una cavità detta <u>clava</u> entro la quale termina la fibra nervosa in filamenti arborizzati, che alla loro estremità libera si rigonfiano in forma di bottone. Gli organi di Ruffini (fig. 128) hanno la forma di corpuscoli allungati, entro i quali la fibra nervosa si risolve in vari rami costituen-

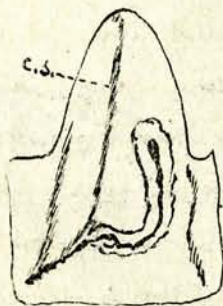



Fig. 126 _ Clava di Krause
c.s. capillare sanguigno

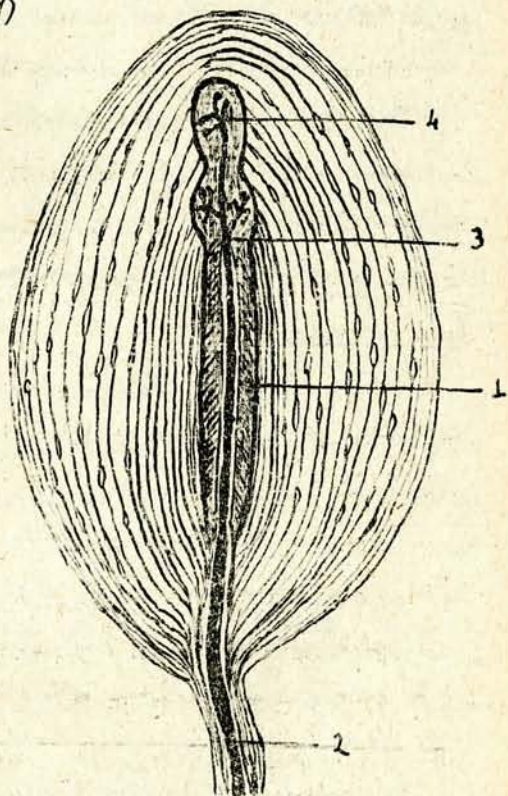



Fig 127 _ Corpuscolo di Pacini, sezionato secondo il suo grande asse _ 1. clava centrale; 2. nervo; 3. rami fioriori terminali del nervo; 4. bottoni terminali.

tri una rete, dalla quale partono filamenti terminali liberi a bottoncino. I corpuscoli di Pacini danno una sensazione

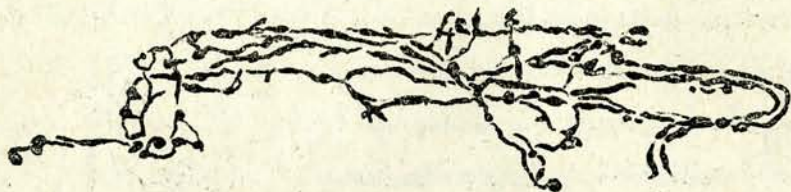



Fig. 128 - Tratto della rete amielinica subpapillare del Ruffini.

diffusa del tatto e si deve al loro funzionamento se, quando lo strato papillare viene asportato, permane ancora la sensazione tattile per quanto molto ridotta, ottusa.

Inoltre nella pelle, oltre ai sopradescritti si trovano altri organi di grande importanza, quali le ghiandole <u>sudorifere</u>, che presiedono alla funzione del ricambio; le ghiandole <u>sebacee</u>, che producono il grasso; i <u>peli</u> e le <u>fibre muscolari e nervose</u>.

Tra questi quelli che più ci interessano sono i peli, i quali al di sotto della ghiandola sebacea, hanno attorno alla guaina una rete nervosa, la quale eccitata dà pure una sensazione tattile (fig. 129). Ciò si può osservare facilmente toccando un singolo pelo ad es. con un stuzzicadenti; Cosicchè i peli, o più precisamente la corona nervosa di questi, suppliscono in certo qual modo i corpuscoli di Meissner nelle altre regioni della pelle, dove questi mancano.

Dei centri sensoriali corrispondenti alle sensazioni cutanee sopraricordate si conosce molto bene quello per le sensazioni tattili. Esso si trova localizzato nel lobo parietale e precisamente nei giri precentrali e postcentrali della regione Rolandica (fig. 130). A questo centro terminano tutte le fibre della via sensitiva centrale che conducono al sensorio le impressioni tattili raccolte alla periferia dai nervi sensitivi.[1] Non si conoscono ancora i centri delle altre sensazioni cutanee. È probabile che pure nella regione Rolandica si trovi il centro delle sensazioni dolorifiche. Del tutto ignota è invece la localizzazione dei centri delle sensazioni termiche.

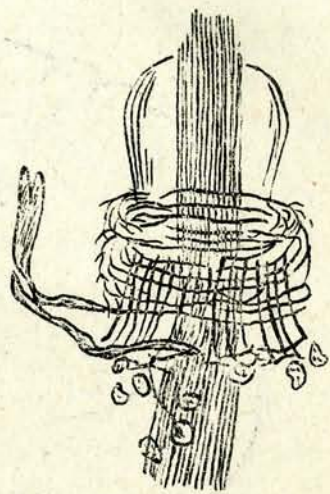



Fig. 129 - Rete nervosa di un pelo di un topo bianco.

3. Specificità e distribuzione degli organi sensoriali cutanei nella pelle

La sensazione tattile, contrariamente alla visiva ed alla

---

[1] I centri sensoriali non si sviluppano tutti contemporaneamente e neppure tutti prima della nascita. Primo a svilupparsi è il centro tattile, che già si trova accennato nel cervello di un feto di sei mesi. Successivamente e nell'ordine seguente si sviluppano: il centro del gusto, dell'olfatto, della vista e il centro dell'udito.

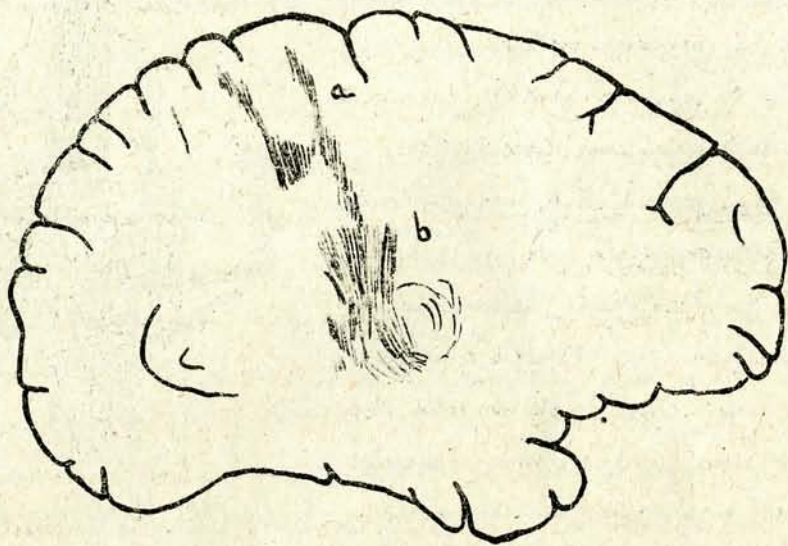



Fig. 130_ Centro del tatto.

Le fibre nervose dai grandi gangli sottocorticali b si portano in alto nella regione Rolandica a.

uditiva, che vengono proiettate fuori dell'organismo, viene localizzata sulla superficie dell'organismo stesso però con tendenza ad uscire dal corpo. Se con un bastone, per es., si tocca il pavimento, allora la sensazione tattile si localizza alla punta del bastone, così come si localizza alla punta dei denti, dei capelli anzichè alla base di essi. L'organo delle sensazioni di dolore non è, come un tempo si credette, quello delle sensazioni tattili; l'ipotesi che la sensazione di dolore dovesse esser causata dall'aumento dell'intensità dello stimolo tattile è ormai caduta, dopo che si potè accertare che per questa specie di sensazioni vi ha un organo specifico rappresentato dalle ter-

minazioni libere, che penetrano fra le cellule di Malpighi e che non oltrepassano mai lo strato granuloso.

Si ignora invece tuttora quale siano gli organi per le sensazioni termiche, del caldo e del freddo, non ostante le molte ricerche fatte in proposito. Che vi siano questi organi, non si può porre in dubbio. Tanto è vero che dall'eccitamento di un organo tattile prodotto da un stimolo freddo non nasce mai una sensazione che non sia di natura tattile. La legge della energia specifica dei nervi trova in questo campo una magnifica conferma dimostrativa. Basta infatti eccitare con uno stimolo inadeguato un punto della pelle in cui l'esperienza dimostri essere situato un organo sensoriale del freddo, perchè si abbia la sensazione di freddo. Se infatti si eccita tale punto con uno stimolo caldo a 45°, la sensazione che ne scaturisce è di freddo, e viene chiamata: paradosso. Non si sa se esista un paradosso del caldo, quantunque parecchi scienziati ne affermino la esistenza. Dalle esperienze finora compiute pare accertato che se si eccita con uno stimolo freddo un punto della pelle in corrispondenza di un organo sensoriale del caldo non si ha più nessuna sensazione nè di caldo nè di freddo.

Un'altra prova dell'attività specifica degli organi sensoriali cutanei la si può avere eccitando con una corrente elettrica la mucosa della guancia in corrispondenza del 2° molare, in un punto in cui non si trovano organi

di dolore e che è sensibile allo stimolo tattile. Operando in tal modo, qualunque sia l'intensità della corrente impiegata, non avremo mai in quel punto una sensazione di dolore, ma soltanto una sensazione tattile.

Che del resto la sensazione tattile sia diversa dalla dolorifica, risulta pure dalla natura della sensazione stessa. Mentre, la sensazione tattile ha sempre in se qualche cosa di intermittente, di vibrante, di granuloso; la dolorifica è continua e non segue le interruzioni dello stimolo. La confusione che spesso si fa fra sensazione tattile e sensazione di dolore, tanto da identificare alcune volte questa con quella, trova una spiegazione nel fatto che le sensazioni cutanee si fondono facilmente fra di loro, e molte volte la fusione è così intima da non permetterne più un'analisi precisa.

Noi possiamo poi studiare la distribuzione delle sensazioni cutanee nelle varie regioni della pelle proiettando sulla pelle i singoli punti sensoriali. Questo studio si fa mediante apparecchi speciali. Per il rilievo dei punti termici si fa uso di apparecchi detti termoestesiometri (fig. 131) o semplicemente di bastoncini di metallo debitamente riscaldati o raffreddati. Per il rilievo dei punti tattili si adopera lo strumento ideato dal von Frey (fig. 132) che consta di un bastoncino, alla cui estremità è fissato un pelo. Con questi apparecchi si esplora la pelle ed ogni

volta che viene eccitato un dato organo, se ne segna la sensazione avuta con un punto su di un grafico corrispondente in ampiezza alla zona esplorata. Le fig. 133 e 134 riportano un esempio delle ricerche fatte con questi metodi dal Blix e dal Prof. Kiesow, ed in esse si scorge, ad es., che il numero degli organi del freddo è di molto superiore a quello degli organi del caldo. La ragione sta in questo che mentre il freddo rappresenta per la nostra esistenza un pericolo molto grande, il caldo può diventare pericoloso solo quando superi in intensità la temperatura del sangue, nel quale caso entrano in funzione gli infiniti organi dolorifici, che fanno da segnalatori del pericolo e che sono variamente distribuiti nelle regioni della pelle a cagione appunto della loro

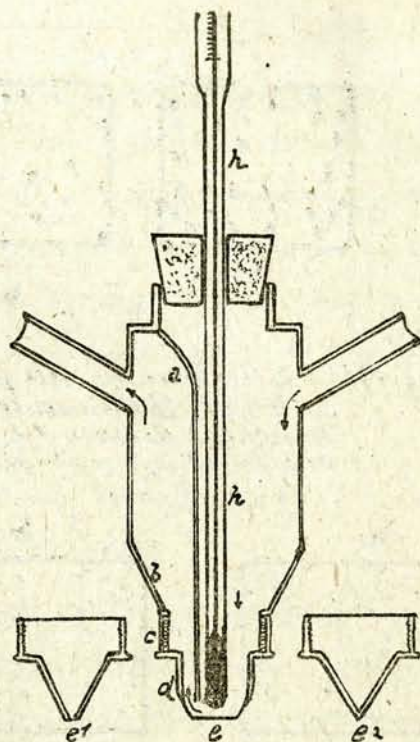



Fig 131 - Termoestesiometro dell Veress (red. in sez.)

Lo strumento risulta da un cilindro cavo metallico di 4 cm di diametro, diviso internamente da una placca metallica (a) in due parti disuguali; in una delle quali è innestato il tubo di afflusso e nell'altra quello di efflusso dell'acqua riscaldata o raffreddata. In b il cilindro diventa conico. In c è innestato a vite il pezzo terminale S, che presenta la superficie eccitatrice e che si applica senza compressione sulla cute. Attraverso il turacciolo che chiude in alto l'istrumento è innestata l'estremità di un termometro hh, che serve a controllare la temperatura dell'acqua circolante. La superficie eccitatrice può essere variata coi pezzi di ricambio e' e e''

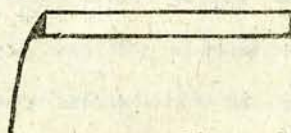



Fig. 132
Pelo di v. Frey.

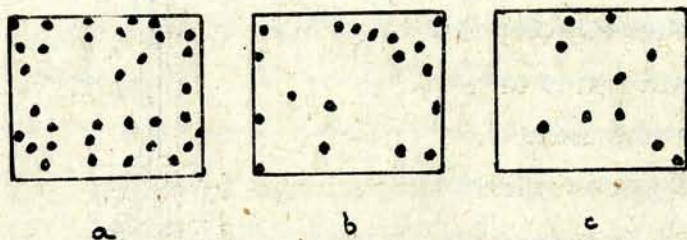



Fig. 133. Distribuzione dei punti di sensibilità specifica sulla cute della radice della mano sinistra nella superficie dorsale sec. Blix.
a- punti tattili; b, punti pel freddo; c, punti pel caldo

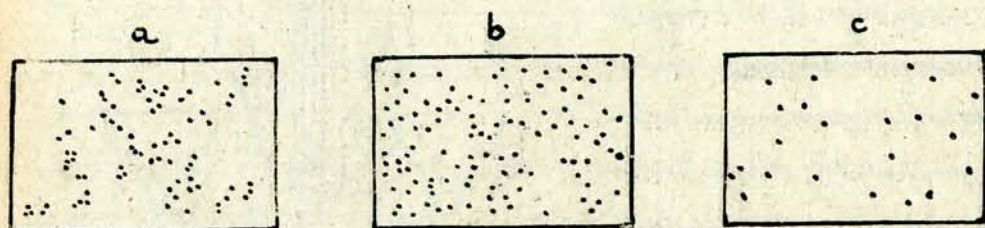



Fig. 134. Distribuzione dei punti termici e del tatto nella superficie dorsale del polso sinistro sec. Kiesow.
a- punti pel freddo; b, punti pel tatto; c- punti pel caldo.

funzione protettiva. Nella cornea dell'occhio, ad esempio, non vi sono che organi dolorifici e quindi ogni stimolo tattile dà luogo soltanto a sensazione di dolore e ciò perchè la delicatezza dell'occhio richiede abbondanza di mezzi protettivi.

Secondo le osservazioni del Prof. Kiesow, i punti freddi si trovano spesso nelle regioni fornite di peli, in vicinanza dei punti tattili piliferi, senza però coincidere con essi. Il Prof. Kiesow suppone che questo fatto stia in relazione con la cosidetta pelle anserina, dovuta alla contrazione del muscolo erettore del pelo e che si abbia qui forse un arco riflesso.

Il solletico ed il prurito sono da considerarsi come sensazioni complesse e molto probabilmente il solletico dipende dalle sensazioni tattili e il prurito dalle sensazioni dolorifiche. Il primo si ha quando p. es. nelle regioni cutanee, provviste di peli, si fa scorrere leggermente sulla cute una piuma. Il secondo si ha ad esempio in casi patologici quando in prossimità delle fibre terminali si trova del pus.

4. Processo e misura delle sensazioni tattili e dolorifiche.

Contrariamente a ciò che si credeva fino a non molti anni fa, lo stimolo esterno meccanico non si considera più ora come agente direttamente sull'organo tattile. L'esperienza ha dimostrato che quando un peso agisce sulla superficie della pelle non è la compressione in se, che determina l'eccitamento, ma la <u>deformazione</u> che il peso produce sulla superficie cutanea e, determina un dislivello di pressione. Questo si ha tanto se si preme sulla pelle con una punta quanto se si esercita una trazione sopra un piccolo disco incollato sulla cute stessa. Nel primo caso la pressione è massima nella superficie cutanea premuta (cerchio minore, fig. 135 A) e va diminuendo verso la profondità della pelle e verso le parti circostanti (cerchi più grandi); nel secondo (fig. 135 B) la pressione è minima nella superficie cutanea aspirata, e aumenta verso la profondità della cute e verso le parti di cute circostanti.

E' il dislivello di pressione, che produce la reazione dell'organo terminale di senso. Si sa che l'organo tattile, avvolto in una membrana, si trova immerso nella linfa, e che esso stesso risulta composto di umori speciali. Orbene quando lo stimolo esterno agisce sul corpuscolo tattile, molto probabilmente si ha nell'interno del corpuscolo una modificazione chimica, dovuta ad uno spostamento degli umori, i quali fuoriescono attraverso la membrana, formando una corrente osmotica (1) e mutano quindi la densità della sostanza interna del corpuscolo. Da meccanico, lo stimolo, per essere avvertito, deve quindi trasformarsi in chimico.

In questo modo il nervo è eccitato ed il processo nervoso è da esso portato al cervello, dove dà origine alla sensazione tattile.

Fig. 135. Rappresentazioni schematiche delle deformazioni di un'area cutanea (veduta in sezione), per effetto della compressione prodotta da un peso (A), e della trazione esercitata con un disco previamente incollato sulla medesima (B)
Le linee curve continue di A rappresentano il declivio positivo della pressione; le linee tratteggiate di B rappresentano il declivio negativo della medesima. Si vede che le variazioni della pressione nello spessore della cute sono massime ai bordi del peso, rispettivamente del disco, e diventano sempre minori al disotto dell'area premuta, rispettivamente aspirata.

Per misurare la sensazione tattile si fa uso dello strumento ideato dal von Frey, detto pelo eccitatore, che già abbiamo descritto e col quale è possibile eccitare un solo corpuscolo

(1) Si ha il fenomeno dell'osmosi quando un liquido riesce ad attraversare una membrana, che è impermeabile per gli altri liquidi.

tattile. Con questo apparecchio si può stabilire quale sia il valore di soglia della sensazione tattile. Si sa che lo stimolo esterno è sempre una pressione nel senso fisico della parola, e cioè uguale al quoziente che si ottiene dividendo il peso per la superficie. Si sa pure che ogni pelo può reggere un peso, la cui intensità si misura per mezzo della bilancia fisica, e che il peso massimo, che ogni pelo può reggere (che sta in rapporto altresì con la lunghezza del pelo) corrisponde alla tensione che il pelo ha quando si piega premendo su una superficie dura. Orbene per determinare la pressione esercitata dal pelo, anzichè dividere il peso per la intera superficie, per maggior precisione lo si divide per il raggio medio della sezione circolare del pelo (si noti che il pelo non termina in un punto, bensì in una superficie), e ciò perchè il corpuscolo tattile non si trova alla superficie della pelle; onde una parte della intensità dello stimolo si consuma per via.

Si avrà così il valore di tensione del pelo, cioè quel tanto di energia che può arrivare alla superficie tattile. Questo valore si esprime in grammi pro millimetri di raggio.

Mediante questi peli eccitatori è facile rilevare che le parti più sensibili agli agenti meccanici sono la punta della lingua, la mucosa delle labbra, i polpastrelli delle dita; variamente sensibili sono le altre parti della cute. Abbiamo la sensazione minima con uno stimolo di 0,3 gr/mm (cornea dell'occhio), la massima con uno stimolo di 7 gr/mm (dorso linea mediana terza vertebra). Si può quindi stabilire un rap-

porto di sensibilità fra le varie parti della superficie cutanea, attribuendo il valore di 1 alla parte dotata di minore sensibilità: avremo così i valori seguenti, secondo il Prof. Kiesow, per quanto riguarda i valori medi di soglia.

Tabella dei valori medi di soglia_rapporto

Dorso linea mediana, altezza 3ª vertebra dorsale.	1,00
Addome, linea alba nel mezzo tra l'ombelico e la sinfisi pubica	1.06
Torace, linea mediana, altezza 5° spazio intercostale	1.24
Torace a sinistra linea ascellare, altezza 5° spazio intercostale	1,33
Torace, linea mediana, altezza 4° spazio intercostale	1.39
Torace a sinistra, linea ascellare in mezzo tra l'apofisi xifoidea e l'ombelico	1,79
Rotula sin., nel mezzo	1,95
Gamba sin., nel mezzo superficie anteriore	1,99
Dorso, linea mediana, a livello della spina iliaca, antero-superiore	2,23
Coscia sin., superficie anter., 1cm. circa dal bordo della rotula	2,31
Dorso, linea mediana, altezza 7ª vert. cervicale	2,72
Torace, linea mediana, altezza 2° spazio intercostale	2,77
Gamba sin., polpaccio	2,96
Braccio sin., nel mezzo della superficie di flessione	3,01
Artic. della mano sin., sul processo stiloideo dell'ulna	3,05
Gomito sin.	3,09
Avambracci sin. parte superiore della superficie di flessione	3,12

Art. della mano sin., superficie dorsale, linea di mezzo	3.26
Dorso del piede sin.	3.38
Art. della mano sin., superficie radiale	3.49
Avambraccio sin., nel mezzo della superficie di flessione	3.80
Art. della mano, sup. di flessione, a 2-7 cm. dalla piega	3.80
Palpebra sup. sin.. palpebre in genere	7.16
Glabella	7.54

Se poi si tiene conto della distribuzione degli organi tattili nelle varie parti della cute, e cioè della loro densità nell'unità di spazio (1 cm²) si ha, secondo il Prof Hiesow, un altro rapporto, rappresentato dalla seguente tabella, in cui il valore di unità è assegnato alla regione della gamba, nella quale si ha il minor numero di organi tattili:

Tabella della densità dei punti tattili _ Rapporto.

Gamba, superficie ant., zona di mezzo	1,00
Polpaccio	1,16
Rotula sin., nel mezzo	1,60
Avambraccio sin., nel mezzo della superficie di flessione	1,85
Braccio sin., nel mezzo della superficie di flessione	2.00
Gomito sin.	2.43
Coscia sin., sup. ant. circa un cm dal bordo rotuleo	2.87
Dorso, linea mediana, a livello della spina iliaca ant. sup.	3,13
Avambraccio sin., nel mezzo della superficie di flessione	3,22

Torace, linea ascellare sin, tra il processo xifoideo e l'ombelico	3.25
Torace, linea mediana, altezza 2° spazio intercostale	3.85
Articolaz. della mano sin, sul processo stiloideo dell'ulna	4.10
Torace nel mezzo della linea ascellare, altezza 5° spazio intercostale	4.15
Torace, linea mediana, altezza 4° spazio intercostale	4.55
Dorso, del piede sin., nel mezzo	4.75
Dorso, linea mediana, altezza 3° vertebra dorsale	4.75
Torace, linea mediana, altezza 5° spazio intercostale	4.95
Artic. della mano sin., superficie radiale	5.15
Artic. della mano sin., superficie dorsale, linea di mezzo	5.60
Artic. della mano sin., superficie di flessione d. 2, 7 cm della piega	5.70
Dorso, nel mezzo della 7ª vertebra cervicale	6.35

Dal confronto di queste due tabelle si rileva facilmente che i due momenti, da cui dipende la sensibilità tattile delle diverse regioni cutanee esaminate (la soglia media e la densità o il numero di punti tattili nell'unità di superficie), in parte tendono a compensarsi e in parte coincidono. In altre parole, in alcune regioni cutanee la poca densità dei punti tattili è fino ad un certo punto compensata dalla soglia più bassa dello stimolo capace di eccitarli, e viceversa la soglia più alta dello stimolo è in parte com-

pensata da una densità relativa maggiore dei punti tattili; in altre regioni invece, tanto il valore medio della soglia, quanto la densità dei punti tattili concorrono ad abbassare ovvero ad elevare la sensibilità locale di contatto o di pressione.

I risultati del Prof. Kiesow rispetto alla densità dei punti tattili vennero confermati da Alrutz (1905) mediante fili di vetro invece dei peli eccitatori di v. Frey.

Rispetto poi alla topografia della sensibilità tattile i valori trovati dal Prof. Kiesow concordano con quelli ottenuti da E. H. Weber nelle sue ricerche classiche fatte col compasso che porta il suo nome, delle quali tratteremo più innanzi.

La soglia di differenza per le sensazioni tattili è uguale ad $1/3$.

Per la misura delle sensazioni dolorifiche, che si hanno da un processo assai simile a quello delle tattili, siccome gli organi del dolore sono situati nell' epidermide, si dovrà dividere il peso che preme non più per il raggio medio della superficie, ma per l'intiera superficie. I quozienti della sensibilità al dolore, risultano esatti in grammi promillimetri quadrati.

---

5. Le rappresentazioni tattili dello spazio

La più semplice rappresentazione dello spazio possibile per il senso tattile è quella di una impressione isolata pressochè puntiforme sulla pelle. Quando una tale impressione agisce sul nostro corpo allora si forma una determinata rappresentazione del luogo del contatto. Questa rappresentazione, che si dice localizzazione dello stimolo, non è immediata negli uomini normali, ma dipende da una rappresentazione visiva, benchè per lo più oscura, della parte del corpo toccata, rappresentazione che si aggiunge a quella.

Le rappresentazioni spaziali quindi si sviluppano nell'individuo per mezzo dell'attività di due categorie di sensazioni: delle sensazioni visive e di quelle tattili. Vale a dire per l'apprezzamento della terza dimensione noi ci valiamo della vista e del tatto. Abbiamo già parlato delle rappresentazioni visive; ora ci intratterremo a studiare le rappresentazioni tattili. E come per le percezioni visive, occorrono anche qui: una grande superficie sensoriale che è data dalla pelle, contenente gli organi del tatto, e rappresenta ciò che per le sensazioni visive rappresenta la retina; e i muscoli. Anche in questo campo, per mezzo della superficie cutanea possiamo avere soltanto percezioni duodimensionali, mentre allorquando entrano in funzione anche le sensazioni muscolari, abbiamo la percezione della terza dimensione.

La percezione spaziale della cute è varia da un punto all'altro: si parla quindi di un acutezza tattile analoga a quella visiva. L'acutezza tattile è data dalla distanza minima che intercede fra due stimoli tattili, applicati contemporaneamente su di una data parte della pelle e percepiti come due percezioni separate. Vale a dire, questa distanza minima determina il valore di soglia della sensibilità tattile spaziale di ogni parte della pelle. Il primo che misurò tale sensibilità fu il Weber mediante il suo compasso, detto estesiometro, (fig. 136) munito di punte d'avorio, anzichè di metallo, per evitare lo sviluppo eventuale di sensazioni termiche perturbatrici.

Il metodo usato per la determinazione di questa soglia spaziale è in genere quello delle variazioni minime.

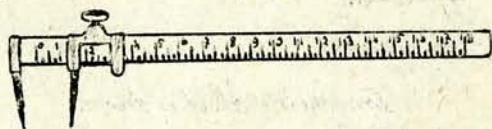



Fig. 136. Estesiometro del Weber

Così il Weber trovò valori che hanno grande importanza. Secondo lui col polpastrello delle dita, ad es., percepiamo le due punte del compasso, quando sono distanti fra loro 2 mm.) con la punta della lingua, che è la parte più sensibile, percepiamo le due punte del compasso distanti fra loro un solo millimetro; per le altre parti del corpo la soglia spaziale varia raggiungendo sul dorso 60 mm. di distanza fra le due punte del compasso. I valori trovati dal Weber sono riportati nella seguente tabella, e vanno riferiti al valore di 1 trovato per la punta della lingua, preso per base.

Punta della lingua	mm.	1.1
Faccia palmare della terza falange delle dita	"	2.2
Rosso delle labbra	"	4.5
Faccia palmare della seconda falange delle dita	"	5.-
Lato palmare della prima falange delle dita	"	5.-
Lato dorsale della terza falange delle dita	"	6.8
Punta del naso	"	6.
Eminenza tenar	"	7.-
Parte media del cavo della mano	"	8.9
Parte media del dorso e margine della lingua	"	9.-
Metacarpo del pollice	"	9.-
Faccia plantare della terza falange dell'alluce	"	11.3
Faccia dorsale della seconda falange delle dita	"	11.3
Guancia	"	11.3
Palpebre	"	11.3
Centro del palato duro	"	13.5
Lato volare del terzo inferiore dell'avambraccio	"	15.-
Parte anteriore della regione zigomatica	"	15.8
Lato plantare del metacarpo dell'alluce	"	15.8
Lato dorsale della prima falange delle dita	"	15.8
Lato dorsale della testa del metacarpo	"	18.-
Parte interna delle labbra	"	20.5
Parte posteriore della regione zigomatica	"	22.6
Occipite inferiormente	"	27.1
Dorso della mano	"	31.6
Mento	"	33.8

Vertice del capo	mm	33.8
Rotula	"	36.1
Osso sacro e glutei	"	40.6
Avambraccio e gamba	"	40.6
Dorso del piede presso le dita	"	40.6
Sterno	"	45.1
Nuca in alto	"	54.1
Parte media della nuca	"	67.7
Parte media del braccio, della coscia, del dorso	"	67.7

Sulla sensibilità della pelle si osservano diversi fenomeni dei quali ricordiamo:

a) - se si applicano sulla pelle cartoncini di diversa lunghezza, questi non vengono apprezzati giustamente e se non raggiungono una certa lunghezza, anzichè come linee vengono percepiti come punti;

b) - non si può mai percepire la direzione esatta delle impressioni lineari provocate sulla pelle e si commettono sempre errori

c) - non si può riconoscere la forma esatta degli oggetti posti sulla pelle.

•

• •

Per spiegare la varia sensibilità della pelle, il Weber immaginò diffusi per tutta la superficie cutanea dei cerchi chiamati da lui <u>cerchi tattili</u>. Questi cerchi sono piccolissimi sulla punta della lingua dov'è maggiore la sensibilità e vanno ingrandendosi man mano nelle altre parti meno sensibili.

Cosicchè quando le due punte del compasso cadono nel medesimo cerchio a b (fig. 137) allora percepiamo una impressione sola; quando invece le due punte cadono su due cerchi a-c allora avvertiamo due impressioni.

Questi circoli non hanno limiti anatomici fissi e non corrispondono alla distribuzione periferica di una sola fibra nervosa, perchè se così fosse si dovrebbe passare bruscamente dall'unica percezione (applicando le due punte nell'ambito di un circolo) alla percezione doppia (quando si passa ad applicare le due punte egualmente distinte tra due circoli contigui). Ciò non avviene tanto che qualsiasi punto della pelle può essere preso come centro di un cerchio tattile. Pertanto in conformità ai risultati ricordati nella precedente tabella il Weber ammise che ciascun circolo tattile contenga molte terminazioni nervose, e che per riconoscere i due contatti sia necessario che esistano tra i due organi eccitati un certo numero di terminazioni nervose non eccitate, variabili nelle diverse regioni per disposizioni congenite. Questa teoria però non è comprensibile come coll'esercizio i cerchi tattili possano impiccolirsi.

Fig. 137 - Figura schematica dei cerchi tattili del Weber.

Dal punto di vista psico-fisiologico, il Lotze immaginò pure per le rappresentazioni spaziali cutanee, il segno locale che si aggiunge allo stimolo esterno e serve a sua volta di stimolo all'anima concepita come sostanza.

Wundt valendosi della teoria del Lotze ne formulò una sua propria affermando che anche la rappresentazione spaziale, come la rappresentazione visiva è data dalla fusione di più elementi psichici. Ogni sensazione tattile si accompagna ad un segno locale, che non ha in sè alcunchè di spaziale e va considerato come qualcosa che si aggiunge alla qualità della sensazione, come una tinta locale specifica per ogni regione della pelle, così come si verifica per la retina dell'occhio. Inoltre alla qualità della sensazione tattile ed al segno locale si aggiunge ancora la sensazione muscolare. Dalla fusione poi di questi tre elementi nasce la rappresentazione spaziale.

Le rappresentazioni cutanee hanno un'importanza massima per le nostre funzioni psichiche, tanto che esse da sole, possono supplire alla mancanza non solo delle sensazioni visive ma puranco delle uditive. Il Braille si è valso delle rappresentazioni spaziali per la formazione dell'alfabeto dei ciechi. Questo consta di punti in rilievo variamente disposti (fig. 138) e sei al massimo bastano per tutte le lettere. I

a b c d e f g h i k l m

n o p q r s t u v w x y z

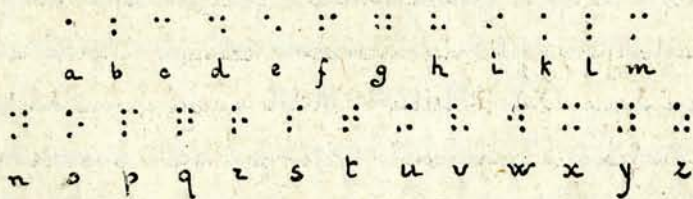



Fig. 138- Alfabeto per i ciechi

punti sono così lontani l'uno dall'altro, che essi possono essere

percepiti separati dal polpastrello del dito indice. Come si svolgono le rappresentazioni spaziali nei ciechi, appare assai bene dal modo in cui questa scrittura viene letta. Di solito sono impiegati ambedue gli indici, della mano destra e della sinistra, l'indice destro procede e coglie un gruppo di punti simultaneamente (tasto sintetico), l'indice sinistro segue alquanto più lentamente e coglie i singoli punti successivamente (tasto analizzante). Le due impressioni, la simultanea e successiva, sono però fra loro collegate e riferite al medesimo oggetto. Tale alfabeto ha reso possibile l'edizione di libri e di giornali, per mezzo dei quali è impartita ai ciechi una istruzione uguale a quella impartita alle persone normali.

Un esempio classico che dimostra quanto sia utile il senso tattile, è quello della Hellen Keller, un'americana divenuta cieca, sorda e muta all'età di quattro anni, la quale riuscì a formarsi una grande cultura. Il merito di questo meraviglioso risultato va attribuito alla sua istitutrice (Miss Sullivan), la quale, abbandonati tutti i metodi usati fino ad allora, con metodi suoi proprii, servendosi di segni tattili e specifici per ogni oggetto riuscì a far conoscere alla Hellen Keller tutti gli oggetti del mondo esterno e farle imparare parecchie lingue. La Hellen Keller riuscì poi ad addottorarsi in filosofia e a seguire lo sviluppo delle varie scienze a cui si era dedicata.

---

6. Illusioni tattili

Anche in questo campo si verificano molte illusioni, che in parte sono eguali alle visive. Ricordiamo ad es. l'illusione di Müller Lyer la quale si verifica molto evidente sulla pelle mediante l'uso di un apparecchio costruito appositamente. È nota poi l'illusione di Aristotele. Quando si incrocia il dito indice col medio (fig. 139) e si interpone tra i polpastrelli delle due dita una pallina posata sul tavolino, si ha l'illusione di toccare due distinte palline. L'illusione è tanto forte che non si dilegua neanche col controllo della vista e si accresce perfino se interveniamo col senso muscolare, facendo muovere la pallina tra le due dita. Il fenomeno dipende da che le superfici sensibili della cute, in seguito all'incrociamento delle dita, si trovano in una posizione insolita[+]. Con le due dita in posizione normale noi non possiamo mai toccare contemporaneamente una pallina coi bordi esterni dei polpastrelli dell'indice e del medio; per avere questa duplice sensazione occorrono due palline.

Fig. 139. Esperienza di Aristotele.

[+] fuori d'abitudine gli stimoli riescono nuovi e distinti

Molti ricercatori trovarono altre illusioni simili a quella di Aristotele. Rivers trovò che toccando con due bacchettine i due bordi delle dita che nell'incrociamento guardano lateralmente si ha l'impressione di una sola bacchetta fra le dita. Il Prof. Ponzo osservò che due palline poste sotto i polpa-

stretti delle dita incrociate dopo un pò si fondano in una sola. E trovò ancora altri fenomeni interessanti. Incrociando le dita medio ed anulare della mano sinistra ed appoggiando il medio su di un cerchietto d'ottone, l'anulare su di una sfera che sta in mezzo e l'indice della stessa mano su di un altro cerchietto, si avrà la rappresentazione come se i due cerchietti fossero l'uno accanto all'altro a destra della sfera dimezzata. La fig. 140 dà la schema della disposizione oggettiva e soggettiva dei tre oggetti. La loro posizione reale è segnata in a con linee continue, quella soggettiva, in b con linee punteggiate. Da tale esperienza risulta che gli oggetti vengono rappresentati nell'ordine in cui dovrebbero stare per essere toccati dalle stesse dita qualora queste fossero in posizione normale, cioè la percezione viene localizzata secondo la posizione normale delle dita.

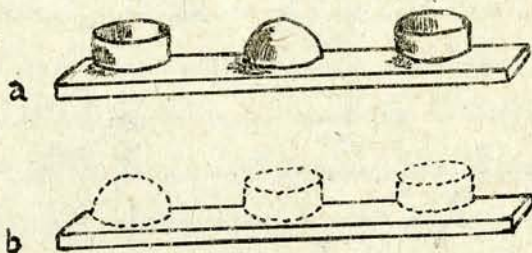
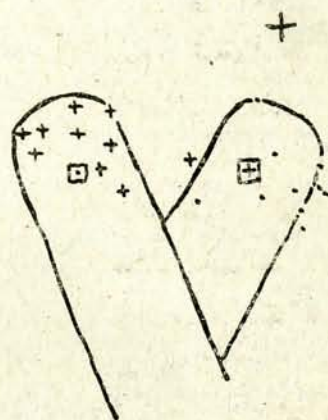



Fig. 140

Altre illusioni sono date ancora dalle dita incrociate. Esse vennero trattate da Henri e dal Ponzo e consistono in questo che a dita incrociate gli stimoli applicati su di un dito vengano localizzati sull'altro. La fig. 141 ne dà un esempio. Le localizzazioni indicate colle crocette

seguirono gli stimoli applicati sul dito contrassegnato dalla croce, quelle indicate coi punti seguirono le stimolazioni del dito contrassegnato dal punto. I punti cutanei realmente stimolati si vedono sulla figura in mezzo ai piccoli quadrati. Come si osserva, quasi tutti gli stimoli applicati su di un dito furono localizzati

Fig. 141

in corrispondenza dell'altro: cioè, le localizzazioni vennero eseguite come se le dita fossero rimaste nella loro posizione solita.

Inoltre se si strisciano le due dita incrociate su di un angolo a (fig. 142) costituito da due lamine di metallo si ha l'impressione di un angolo rovesciato b. Se si sposta una parte del corpo dalla posizione normale - ad es, il padiglione dell'orecchio - le impressioni continuano ad essere riferite a quella regione dello spazio in cui la parte spostata si trova

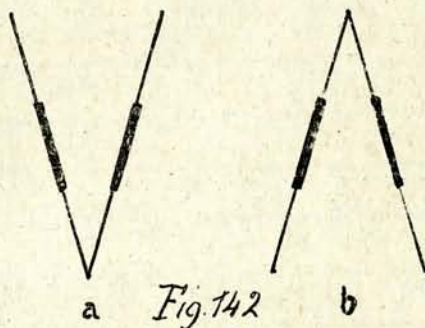



Fig. 142

normalmente. Se si eccitano le labbra in posizione normale con le due punte di un estesiometro o con una linea

percepiamo le due punte o la linea in senso verticale; se poi gli stessi punti vengono di nuovo eccitati ma p. es. con il labbro inferiore un pò spostato da un lato, allora si percepiscono le due punte dell'estesiometro o la linea nello stesso senso verticale, cioè come se le labbra si trovassero in posizione normale.

Si osservano poi ancora altre illusioni nel campo tattile-muscolare che si hanno pel concorso di fattori psichici diversi. Così se si sollevano successivamente due oggetti di peso uguale ma di grandezza diversa, l'oggetto più piccolo ci sembra più pesante del più grande. Ciò perchè la vista dell'oggetto influisce sull'apprezzamento del peso. Si ha quindi una fusione di più elementi psichici. E cioè quando abbiamo da sollevare due oggetti egualmente pesanti ma di grandezza disuguale, la vista ci fa credere che il più piccolo è meno pesante, per cui lo solleviamo meno rapidamente ed esso ci sembra perciò più pesante. Al contrario sollevando il peso più grande, la vista ci fa credere che sia più pesante e quindi lo solleviamo con maggior rapidità apparendoci così più leggero. Il cieco però non è turbato dalla vista apprezza i detti oggetti di ugual peso e non vi scorge alcuna differenza. Per la stessa ragione due oggetti uguali per grandezza, per forma e per peso, che siano l'uno di metallo e l'altro di legno, quest'ultimo ci sembrerà più pesante. Queste illusioni provengono dalle sensazioni muscolari di movimento che si fanno automaticamente in seguito all'esperienza e che sono coordinate alla impres

sione visiva. Per esperienza sappiamo che il metallo pesa più del legno e quindi automaticamente solleviamo più rapidamente l'oggetto di metallo.

Conosciuta è poi l'osservazione fatta dal Weber secondo la quale oggetti freddi, per es. monete, posti sulla pelle, vengono apprezzati come più pesanti di altri eguali ma caldi. Come il Prof. Kiesow potè dimostrare, questo fenomeno dipende dal fatto che il freddo determina nell'interno della pelle, in modo analogo allo stimolo meccanico premente, un dislivello di pressione negativa, mentre il caldo determinerebbe, come lo stimolo di trazione, un dislivello di pressione positiva. Così si otterrebbe nel primo caso un aumento e nel secondo una diminuzione dell'azione che lo stimolo meccanico produce nell'interno della pelle.

Fra i molti che si occuparono di questo fenomeno vi ha il Dott. Chinaglia il quale, nelle sue numerose esperienze fatte nel Laboratorio di Psicologia di Torino, concordanti con quelle del Weber, trovò pure che corpi anulari, deposti sopra la nostra pelle vengono apprezzati come dischi pieni e che questo apprezzamento però riesce più difficile man mano che si aumenta la pressione dell'anello aderente alla pelle con determinati pesi all'uopo costrutti.

Secondo il Dott. Chinaglia, questo riempimento di spazi vuoti, nel campo delle sensazioni cutanee, si deve attribuire principalmente ad un fattore di natura psichica analogo a quello che fa riempire, nella visione, il tratto corrispondente

te al punto cieco.

Il Dott. Ghinaglia trovò poi un'altro fatto che riguarda piuttosto i fenomeni di localizzazione. Trovò che posto sulla fronte di un soggetto un anello (che egli giudicherà un disco) e si stimola con un bastoncino un punto della pelle, nella parte interna dell'anello, il soggetto localizza il punto toccato o più in alto o più in basso, od a destra od a sinistra del disco che egli immagina di avere sopra la fronte.

Questo risultato della localizzazione verbale non è però conforme a quello che si ottiene con la localizzazione indicata mediante un bastoncino tenuto dal soggetto nella mano destra. Il soggetto in questo caso rintraccia il punto stimolato dove realmente si trova, tenuto conto però dei piccoli errori che normalmente si commettono.

La capacità di localizzazione sulla superficie della pelle si estende a tutte le sensazioni cutanee. Il Prof. Ponzo ha determinato gli errori di localizzazione delle sensazioni tattili e pungenti e dalle sue ricerche risultò che la grandezza degli errori varia a seconda delle regioni del corpo, e che le sensazioni dolorifiche possono essere localizzate con altrettanta precisione che quelle tattili.

Anche le sensazioni termiche posseggono questa capacità sebbene meno sviluppata. Dalle ricerche del Rauber (1869) e in specie da quelle di Goldscheider (1887) e da quelle più recenti del Prof. Ponzo, risulta che i punti pel freddo posseggono una capacità localizzatrice più fine che i punti pel

caldo. Due stimolazioni di punti del freddo distanti da 0,8 a 3 mm. vengono avvertite distinte mentre nelle stesse regioni due stimolazioni di punti pel caldo si avvertono distinte solo quando sono distanti da 2 a 5 mm.

Le sensazioni olfattive

Le sensazioni olfattive hanno nella vita dell'uomo minore importanza che in quella degli animali in generale. L'apparecchio olfattivo è poco sviluppato nell'uomo e se si confronta con quello degli animali carnivori, che è sviluppatissimo, esso sembra un organo rudimentale. Tuttavia l'uomo può raggiungere una sensibilità sorprendente, specialmente coll'esercizio, nonostante abbia un apparecchio olfattivo ridotto.

1° Stimolo

Lo stimolo adeguato esterno per le sensazioni olfattive è rappresentato da particelle piccolissime, che si staccano dalle sostanze odorose e vengono portate dall'aria fino alle cellule olfattive dell'organo periferico.

2° Condizioni anatomico-fisiologiche

L'organo periferico olfattivo è rappresentato dal naso il quale è diviso da un setto in due parti, dette narici.

In ciascuna di queste si rinvengono tre formazioni o *cornetti* (inferiore, medio, superiore), le quali vi delimitano tre cavità minori, che hanno lo scopo di aumentare notevolmente la superficie interna del naso, e quindi, per molti animali, la superficie olfattiva. Si sa infatti che in quasi tutti gli animali superiori – in qualcuno dei quali i cornetti sono in numero di cinque ed anche di otto – Tali formazioni sono coperte di epitelio olfattivo, che in alcuni casi si estende perfino nei seni frontali e sfenoidali, cioè nelle cavità ossee che sovrastano al naso. Si capisce quindi che la capacità olfattiva di questi animali debba essere enorme.

L'epitelio olfattivo, cioè la parte sensibile agli stimoli adeguati, nell'uomo è situato in una piccolissima parte del cornetto superiore, e precisamente sotto il tetto nasale (fig. 143), ed ha una superficie che raggiunge le dimensioni di poco più d'un centimetro quadrato per ogni singola narice.

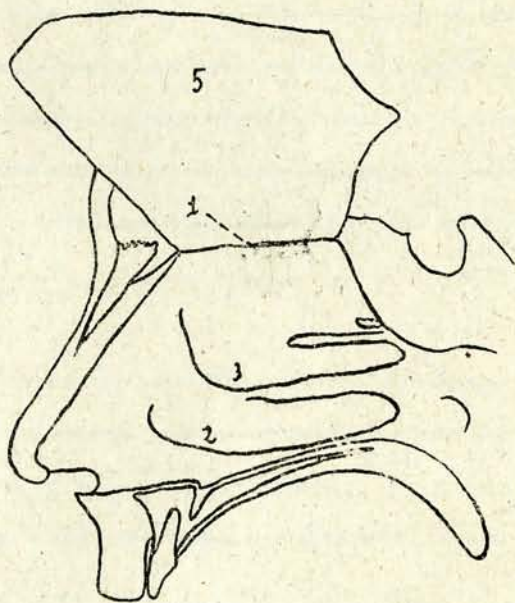



Fig. 143 [illegible] epitelio olfattivo nel naso (sec. v. Brunn).

1 – Epitelio olfattivo; 2, 3, 4, cornetto inferiore, medio, superiore; 5 – setto nasale portato in alto che divide le due narici.

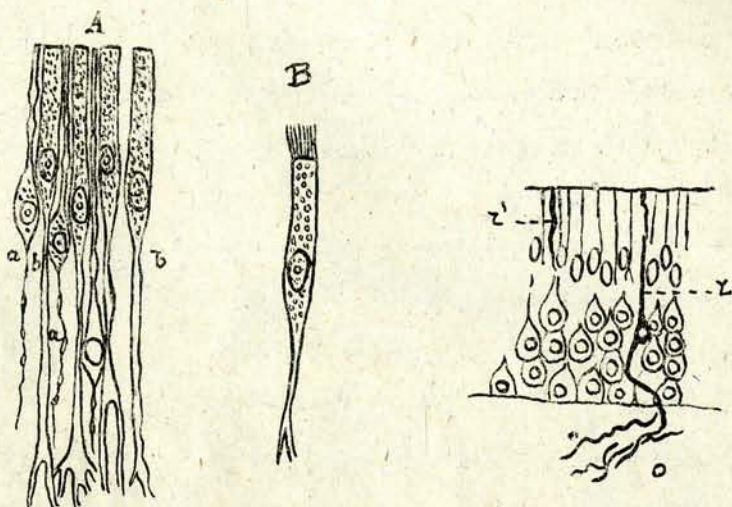



Fig 144 - Regione olfattoria dell'uomo.
A - Epitelio della regione olfattaria; a - cellule olfattorie; b - cellule di sostegno;
B - Cellula vibratile della regione olfattoria.
C - Terminazioni nervose nella regione olfattoria; o, fibre olfattorie; r - cellula olfattoria in communicazione con una fibra olfattoria; r' - parte periferica di una cellula olfattoria.

Le cavità nasali si dividono poi in due regioni: una superiore, detta regione olfattoria (fig. 144) ed una inferiore che dicesi regione respiratoria (fig. 145). L'epitelio olfattivo (regione olfattoria) ha l'aspetto di una mucosa giallastra ed è formato da due specie di cellule: da cellule olfattive propriamente dette e da cellule di sostegno. Le prime (fig. 146) sono protoplasmatiche, globolose fornite di

Fig. 145 - Nervi terminali della regione respiratoria della cavità nasale con epitelio vibratile.

due prolungamenti, l'uno dei quali termina in ciglia vibra-

tili, atto a ricevere lo stimolo, e l'altro si prolunga in un filo nervoso che porta lo stimolo al cervello. Le cellule di sostegno sono cilindriche e prive di ciglia vibratili.

Nelle altre parti della cavità nasale abbiamo un epitelio vibratile, di colore rossiccio, (regione respiratoria), composto di cellule cilindriche e caliciformi. L'epitelio vibratile ha funzioni respiratorie e serve ad espellere il muco del naso.

Fra il cervello e la cavità nasale è interposta una lamina traforata la cosidetta <u>membrana cribrosa</u>, attraverso i fori della quale [1] passano i filamenti nervosi provenienti dalle cellule dell'epitelio olfattivo, i quali si riuniscono per formare il nervo olfattivo che va direttamente al cervello che si può dire che questo è una continuazione, un'appendice di questo. Il nervo olfattivo è il primo nervo che si distacca dalla base del cervello.

Fig. 146 - Cellula olfattiva dell'uomo.

1 - Corpo della cellula con un nucleo; 2 - via continua periferica; 3 - cono terminale; 4 - ciglia olfattive; 5 - via continua centrale.

Il centro nervoso dell'olfatto, che nell'uomo si sviluppa assai presto, si trova localizzato in parte nella circonvoluzione dell'<u>uncus</u> situato nella parte interna del lobo temporale, e in parte nella circonvoluzione del <u>girus fornicatus</u>, che sta sopra il corpo calloso (fig. 147). Un altro centro olfattivo si ha nella <u>insula</u>. La fig. 148 dimostra schematicamen-

---

[1]. Quando si credeva che il cervello non fosse altro che una grossa ghiandola, si attribuiva alla membrana cribrosa la funzione di far passare il muco prodotto dal cervello.

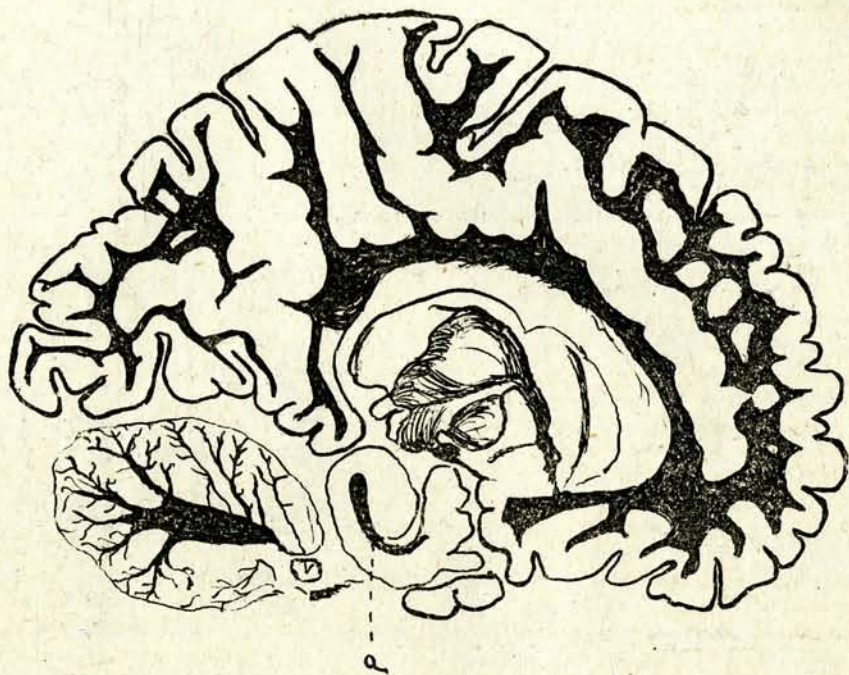



Fig. 147 Centro dell'olfatto in a (uncus)

te il rapporto nervoso tra le cellule olfattive e le fibre del bulbo olfattivo.

3. Funzionamento dell'apparecchio periferico olfattivo

Ipotesi dello Zwaardemaker. Si credeva una volta che la corrente respiratoria desse origine alla sensazione olfattiva portando direttamente le particelle delle sostanze odorose a contatto con l'organo olfattivo. Ma le importanti esperienze del Paulsen e dello Zwaardemaker dimostrarono che la corrente respiratoria non arriva mai fino all'organo olfattivo propriamente detto.

Per ben determinare la via che segue normalmente la corrente d'aria d'aria che attraversa le fosse nasali, il Paulsen (1882) fece interessanti esperimenti sulla testa di un cadavere umano. Segò il cranio nella linea mediana per mettere allo scoperto le fosse nasali, e dopo aver applicato nelle diverse regioni della mucosa pituitaria a brevi intervalli piccoli pezzi di carta rossa di tornasole, ricongiunse convenientemente le due metà del cranio. Mediante un soffietto della capacità presso a poco eguale a quella dei polmoni, applicato alla trachea, stabilì la respirazione artificiale, facendo penetrare per le fosse nasali aria contenente vapori ammoniacali, che cambia in azzurro le carte reattive incollate nelle regioni della mucosa che attraversa.

Fig. 148 - Schema del percorso dei nervi olfattivi centrali
1. cellule olfattive - 2. glomerulo olfattorio; 3. cellule mitrali

I risultati di questi esperimenti furono assai chiari. Come si vide dall'alterazione delle carte reattive, l'aria ispirata descrive nella cavità nasale una data curva: (fig. 149) si dirige prima in alto e poi si volge verso le coane. Si potè inoltre osservare che l'aria che penetra

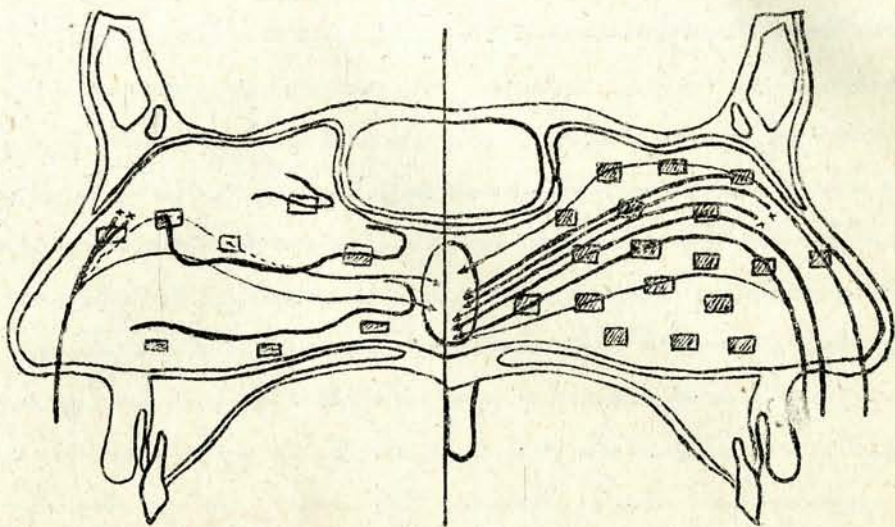



Fig. 149 - Esperienza di Paulsen

nella parte anteriore della narice sale più in su che non quella che entra per la parte posteriore della medesima.

Invertendo la direzione della corrente, vale a dire facendo penetrare aria piena di vapori ammoniacali dalle coane alle narici, si ottiene un risultato alquanto diverso: la linea percorsa dalla corrente d'aria si mantiene ad un livello più basso di quello precedentemente descritto.

I risultati del Paulsen vennero confermati da altri. Lo Zwaardemaker, si servì della forma in gesso di una metà della cavità nasale di un cavallo nella quale il setto era sostituito con una lastra di vetro. Mediante un tubo di vetro introdotto nella parte posteriore, venne aspirato, per mezzo di una macchina pneumatica, il nero fu-

mo di una lampada a petrolio posta davanti alla cavità nasale. Così si potè seguire coll'occhio il processo e constatare che anche facendo l'esperimento in questo modo, la regione innervata dal nervo olfattivo rimane priva di nero fumo. Questi esperimenti indussero lo Zwaardemaker a formulare un'ipotesi che vige tuttora ed è accettata da tutti gli scienziati come la più ammissibile. Secondo questi nel nostro caso si verificherebbe lo stesso fenomeno, che si produce in tutti gli ambienti caldi, in cui si immette una corrente d'aria fredda. Come in questi ambienti, si produce una corrente d'aria secondaria detta di diffusione, così nel naso si svilupperebbe una consimile corrente di diffusione per la differenza di temperatura fra l'aria respirata e l'aria ambiente del naso, corrente che avrebbe per risultato di portare le particelle odorose fino a contatto con la zona olfattoria. Il passaggio della corrente avverrebbe attraverso la fessura piccolissima, situata fra il setto nasale e il cornetto medio. L'ipotesi trova una conferma nel caso del raffreddore, perchè allora a cagione dell'abbondante secrezione di muco, provocata dall'infiammazione della mucosa, detta fessura si chiude, sì che non è più possibile percepire gli odori, in quanto la corrente di diffusione, trovando la via chiusa dal muco, non può più giungere sino all'epitelio olfattivo.

La corrente di diffusione ha pure luogo nei movimenti di deglutizione che spingono l'aria indietro ed in alto

e quindi per mezzo delle coane raggiunge l'epitelio olfattivo.
Così si spiega come molte sensazioni che vengono definite come gustative altro non sono che sensazioni olfattive.
E ciò possiamo facilmente osservare quando poniamo in bocca una sostanza qualsiasi, (es.: cannella) previa occlusione delle narici. Allora non riusciamo a percepirne il gusto, e solo quando apriamo le narici sappiamo dire quale sostanza sia. Questo fatto è importante perchè stabilisce un intimo rapporto tra le sensazioni olfattive e quelle gustative.

4_ Classificazione delle sensazioni olfattive

Il numero delle sostanze che possono eccitare il senso olfattivo è assai grande ed anche quelle sostanze che non sembrano dare odore, lo producono sotto certe condizioni. Ad esempio, basta fregare le mani l'una con l'altra per percepire un odore; le resine e qualche metallo diventano odorosi colla confricazione. Per cui si cercò di dividere le sensazioni olfattive, gli odori, in diverse categorie.

Primo a tentare una classificazione degli odori fu il Linneo, seguito dall' Haller e da altri. La più completa è quella adottata dallo Zwaardemaker, il quale divise gli odori in nove classi e cioè.

1° Odori eterei (Lorry); 3° Odori balsamici (Linneo)
2° Odori aromatici (Linneo); 4° Odori ambrosiaci (Linneo)

5° Odori agliacei (Linneo) 8° - Odori ripugnanti (Linneo)
6° - Odori empireumatici (Haller) 9° - Odori nauseanti (Linneo)
7° Odori caprilici (Linneo)

Su questa classificazione, che lo stesso Zwaardemaker considera come provvisoria, non tutti gli odori ben conosciuti possono esservi compresi nè gli appellativi con cui i nove gruppi sono distinti non avendo un senso ben determinato e preciso; permettono di assegnarvi giustamente una data sostanza odorosa. Tuttavia questa classificazione può orientarci approssimativamente intorno alle svariatissime qualità degli odori.

Ecco alcuni esempi di odori per le varie classi.

Alla prima classe appartengono: l'odore della cera, della frutta, dell'etere; alla seconda l'odore della canfora, della cannella, del mentolo, del limone, della mandorla; alla terza, l'odore dei fiori in genere; alla quarta, l'odore del muschio, dell'ambra; alla quinta, l'odore del caucciù, del cloro; alla sesta, l'odore del caffè tostato, del tabacco, del pane arrostito, della naftalina della creolina; alla settima, l'odore del formaggio e del sudore; all'ottava l'odore dei narcotici, delle cimici; alla nona, l'odore del cadavere, delle feci.

5. Misura delle sensazioni olfattive.

L'acutezza dell'olfatto varia assai pei diversi odori e si misura determinando i valori liminali dell'eccitamen-

to olfattivo rispetto ai singoli odori.

Per trovare questi valori il Valentin (1855) poneva piccole quantità di sostanze odorose in un gran fiasco di capacità nota, e così determinava approssimativamente la quantità minima di sostanza odorosa, necessaria perchè l'aria contenuta nel fiasco divenisse capace di eccitare il senso olfattivo. Oppure mescolava liquidi odorosi a determinate dosi d'acqua e cercava le minime dosi di sostanze odorose necessarie per essere avvertite. Così sperimentando trovò p. es. che la dose minima percettibile di essenza di rose è di 1/200.000 di mgr.; di tintura di muschio è di 1/2.000.000 di mgr. Altri sperimentarono con altri metodi più perfezionati e fra questi vi furono Fischer e Penzoldt i quali cercarono di stabilire la quantità minima di mercaptano che doveva essere sciolta nell'aria di una sala del loro laboratorio perchè venisse ancora percepita. Si potè constatare che 1/23.000.000 mgr. di questa sostanza sciolta in un litro d'aria bastava per destare ancora una debole ma pur distinta sensazione olfattiva. Con altri metodi si trovò il minimo percettibile per il mercaptano ancora più basso di quello trovato da Fischer e Penzoldt e cioè si trovò che noi possiamo ancora percepire la quattrocentomilionesima parte di un milligramma sciolta in un litro d'aria. Se noi pensiamo a questa straordinaria acutezza olfattiva conservatasi nell'organo rudimentale dell'uomo, possiamo farci un'idea di quanto deve essere enorme la sensibilità dell'olfatto in certi animali.

nei quali, come si è detto, la mucosa olfattiva non si trova solamente nelle cavità nasali ma si estende perfino nei seni frontali e sfenoidali.

Si deve allo Zwaardemaker l'invenzione di un metodo pratico che facilita assai le ricerche quantitative intorno all'acutezza del senso olfattivo. Egli chiamò olfattometria le ricerche dei valori della sensibilità dell'organo olfattivo e fin dal 1888 ideò un apparecchio assai semplice, che chiamò olfattometro, consistente in un tubo di vetro graduato (lungo 10 cm; largo 5 mm, nel diametro interno) che scorre entro un altro tubo rivestito internamente di sostanza odorosa solida, p. es. di gomma elastica vulcanizzata (fig. 150). L'estremità ricurva del tubo di vetro è quella che si introduce in una narice per fiutare e uno schermo impedisce al soggetto di vedere lo stimolo applicato dallo sperimentatore.

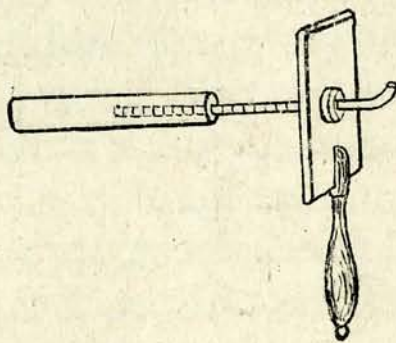



Fig. 150 - Olfattometro semplice di Zwaardemaker.

Se il tubo esterno di gomma elastica è tutto coperto dal tubo interno di vetro, fiutando attraverso quest'ultimo non si avverte alcun odore, ma se invece si scopre una superficie più o meno grande della sostanza odorosa facendo scorrere verso l'esterno il tubo rivestito di questa, allora il soggetto avverte un odore

d' intensità crescente colla superficie odorosa scoperta. Con questo strumento semplicissimo si può trovare con una certa esattezza il minimo percettibile per ogni sostanza odorosa. Questo minimo percettibile fu chiamato dallo Zwaardemaker olfattia e rappresenta per lui l'unità per le ricerche quantitative, cioè quel tanto di superficie di gomma elastica p. es., necessaria che venga scoperta perchè sia percepita: in questo caso è in media della lunghezza di 1 cm. Questa unità naturalmente oscilla nei diversi individui.

Per la ricerca dei valori di soglia dei liquidi odorosi, lo Zwaardemaker sostituì al cilindro rivestito di date sostanze odorose solide, dei cilindri porosi di porcellana, previamente imbevuti in soluzioni titolate di sostanze odorose.

L'unità di misura varia pure a seconda delle sostanze e a seconda della temperatura di queste, ed è appunto a causa di questa variabilità che la ricerca della olfattia si presenta molto difficile. Diamo qui il valore dell'olfattia di qualche sostanza per due gradi differenti di temperatura:

Sostanza	Temperatura a 10° cent	a 15° cent
Legno di cedro	mm. 38	mm. 20
Cuoio di Russia	" 25	" 10
Paraffina	" 20	" 10

Belzuino	mm. 15	mm 10
Caucciù	" 10	" 7
Cera gialla	" 4	" 2,5
Sapone di glicerina	" 6	" 2
Burro di cacao	" 2	" 1
Balsamo di tolù	" 1	" 1

Si aggiunge che le misure debbono essere fatte in un ambiente di aria purissima, e debbono cessare appena il soggetto è stanco perchè l'organo olfattivo si stanca facilmente e presto.

Sulla stanchezza dell'organo olfattivo lo Zwaardemaker ottenne col suo olfattometro risultati abbastanza precisi. La misura della stanchezza è data dall'innalzamento progressivo della soglia dell'eccitamento, ossia dalla minima intensità avvertibile dello stesso stimolo odoroso, dopo ripetute stimulazioni di crescente durata. La fig. 151 rappresenta, col sistema delle coordinate, 4 curve di stanchezza dell'olfatto, due ottenute colla gomma elastica e due altre col belzuino. In essa si scorge che la soglia dell'eccitamento, per effetto della stanchezza dell'olfatto, cresce colla durata della stimulazione, e tanto più celermente quanto più intenso è lo stimolo.

6. Fenomeni olfattivi

Pure tra le sensazioni olfattive si osservano alcuni fenomeni che ricordano quelli già studiati nel campo

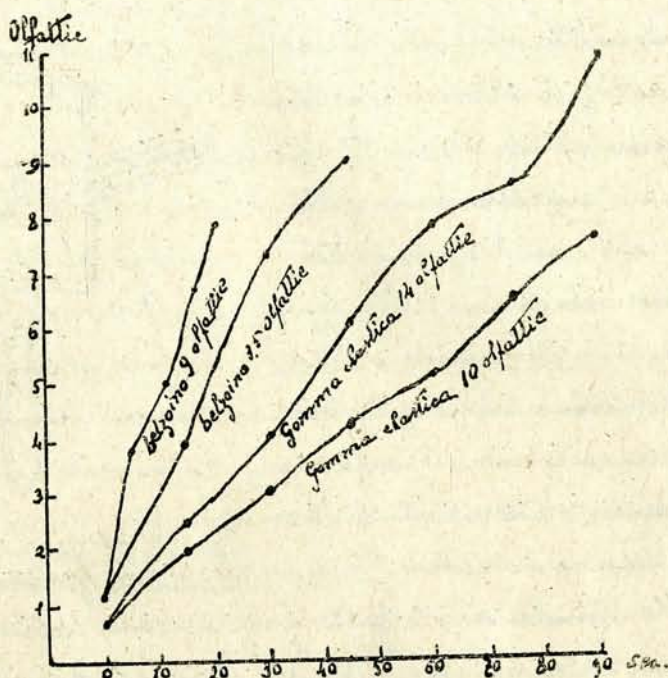



Fig 151. Curve della stanchezza olfattiva, sec. Zwaardemaker.

I valori liminali degli eccitamenti sono espressi in olfattie nell'asse delle ordinate; la durata degli eccitamenti in secondi nell'asse dell'ascissa. La durata delle stimolazioni olfattive è regolata da un metronomo che batte i secondi. Ogni due secondi il soggetto compie un'ispirazione profon

visivo, questi fenomeni vengono studiati per mezzo dell'olfattometro doppio dello Zwaardemaker, apparecchio formato da due olfattometri semplici, i cui becchi ricurvi vengono immessi nelle due narici quando si vuole eccitare l'organo olfattivo contemporaneamente con due differenti odori (fig. 152) oppure si possono mediante un tubo a T riunire in uno per eccitare coi due odori una sola parte del naso.

Sperimentando con questo olfattometro doppio si trovò che quando si fanno agire separatamente nelle due fosse nasali

due odori ugualmente forti, allora è possibile percepire alternativamente ora l'uno ora l'altro odore. Si ha così una gara o emulazione delle due sensazioni, analoga a quella che si osserva nel campo delle sensazioni visive. Questo fenomeno si osserva, p. es. fiutando contemporaneamente l'etere solforico e il balsamo del Perù oppure l'odore della canfora e quello dell'essenza di cedro.

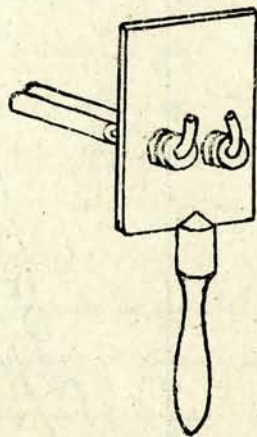



Fig. 152 - Olfattometro doppio di Zwaardemaker.

Altre volte stimolando l'olfatto con due odori contemporaneamente, sia introducendo nelle due narici le due estremità dei tubi olfattometrici, sia facendo agire ambedue gli odori in una sola cavità nasale per mezzo del tubo a T, che congiunge i due olfattometri, si osserva il fenomeno della compensazione più o meno perfetta, per cui si attenuano più o meno o scompaiono ambedue gli odori. Così lo Zwaardemaker ha trovato una perfetta compensazione, eccitando le due metà dell'organo olfattivo in dati rapporti, con legno di cedro e gomma elastica, belzoino e gomma elastica, paraffina e gomma elastica, gomma elastica e cera vergine, gomma elastica e balsamo di Tolù, cera vergine e balsamo di Tolù, paraffina e cera vergine.

Il fenomeno della compensazione è di origine prettamente centrale ed ha una certa somiglianza col fenomeno del

complementarismo osservato nel campo delle sensazioni visive. Però a differenza dei colori, dove ciascuno ha il suo colore complementare, negli odori abbiamo che una sostanza odorosa può essere compensata venendo accoppiata a diverse altre sostanze odorose.

Ricordiamo qui di sfuggita che le sensazioni olfattive hanno una grande importanza nella vita psichica. Esse sono capaci di modificare profondamente lo stato affettivo generale della psiche e possono rievocare per associazione l'immagine viva di luoghi, di oggetti, di avvenimenti lontani come vedremo in seguito nel trattare delle associazioni.

Le sensazioni gustative

Le sensazioni gustative stanno in un certo rapporto con le sensazioni olfattive tantochè generalmente alcune sensazioni che noi localizziamo nella bocca e segnaliamo come gustative, si può dimostrare, mediante un'analisi accurata, che non hanno nulla che vedere col gusto e sono condizionate dall'attività del senso olfattivo. Tanto gli organi delle sensazioni gustative che quelle delle olfattive sono, dal punto di vista teleologico, coordinati specialmente al controllo e alla scelta dei cibi e delle bevande e inoltre sono predestinati a funzionare di concerto, promuovendo sensazioni complesse, nelle quali non solo entrano

come componenti le gustative e le olfattive, ma anche le sensazioni tattili e termiche, i cui organi si trovano in gran quantità nella mucosa boccale e nasale.

lo Stimolo

Lo stimolo adeguato per le sensazioni gustative è sempre un liquido, per cui tutte le sostanze rapide in generale, perchè siano percepite, bisogna che siano sciolte nell'acqua o nella saliva.

2° Condizioni anatomico fisiologiche

Nell'uomo gli organi delle sensazioni gustative hanno sede principalmente in certe parti della superficie dorsale e dei bordi della lingua, vale a dire dell'organo che trovasi a più immediato contatto cogli alimenti.

In molti animali invece, oltrechè nella cavità boccale, gli organi gustativi si trovano sparsi in tutta la superficie del corpo, come ad esempio nei pesci; in altri invece si trovano su tutta la superficie della testa. Ciò si spiega considerando l'ambiente in cui i vari animali vivono.

I due terzi anteriori della lingua dell'uomo, nella superficie dorsale, nella punta e nei bordi, sono rivestiti di una mucosa ricca di eminenze papillari visibili a occhio nudo. Vi si distinguono le papille circonvallate, che costituiscono il cosidetto V linguale; le papille fungiformi assai più numerose e più piccole, che sono disseminate

:

su tutta la superficie dorsale della lingua e in maggior numero all'apice e ai bordi: le papille coniche e filif... che pure assai numerose rivestono la maggior parte del dorso linguale, ma vanno scomparendo verso la base.

Tutte le papille circonvallate, e la massima parte delle papille fungiformi sono dotate di capacità specifiche gustative; le papille coniche e filiformi ne sono affatto sprovviste.

La sensibilità gustativa delle papille circonvallate e fungiformi è dovuta al fatto che nello spessore del loro epitelio, esse contengono gli organi specifici del gusto rappresentati dai così detti calici gustativi, scoperti quasi contemporaneamente dal Lovén e dallo Schwalbe (1867). Nelle papille fungiformi i calici gustativi si trovano nell'asse papillare (fig. 153) e nelle circonvallate si trovano in seno nel vallo. (Si dicono circonvallate appunto perchè circondate da una depressione della mucosa detta vallo o solco (fig 154).

Fig. 153 - Sezione di una papilla fungiforme.
a - papilla fungiforme; b - fibre nervose; c - bottone gustativo.

I calici gustativi hanno la forma d'un fiasco, d'un calice - di qui la loro denominazione - e presentano nella parte superiore un'apertura detta poro gustativo, attraverso la quale penetra il liquido per portarsi a contatto colle cellule sensitive.

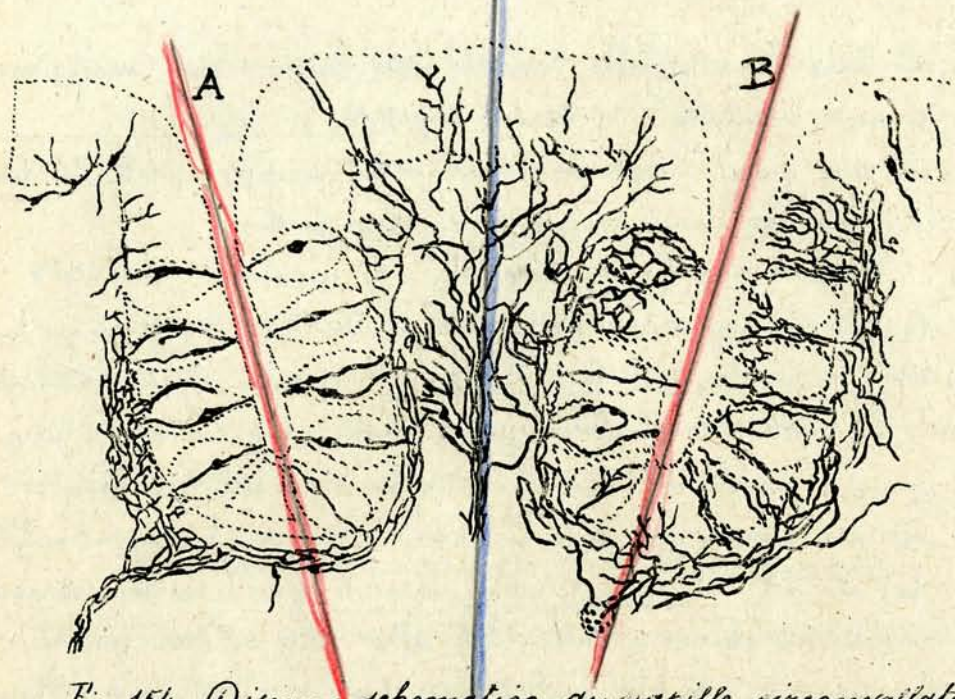



Fig. 154- Disegno schematico di papille circonvallate del topo, secondo Fusari e Panasci.
Attorno all'infossatura A furono disegnati i bottoni gustativi e alcune cellule gustative e di rivestimento di forma differente; attorno all'infossatura B furono disegnate le varie terminazioni nervose sia dei bottoni che dell'epitelio.

In essi si distinguono le cellule di rivestimento o di sostegno (fig. 155) e le vere cellule gustative. Le prime sono prive di ciglia e colle punte alla loro estremità periferica, si dispongono attorno al poro. Le cellule <u>gustative</u> sono contenute nell'interno del calice e sono provviste alla loro estremità periferica di un appendice filiforme, detta <u>pelo gustativo</u>.

I peli di un calice, riunendosi, a forma di un piccolo pennello, escono dal poro.

Fra le cellule componenti il calice gustativo terminano le fibre del nervo, le quali secondo le ultime ricerche si met-

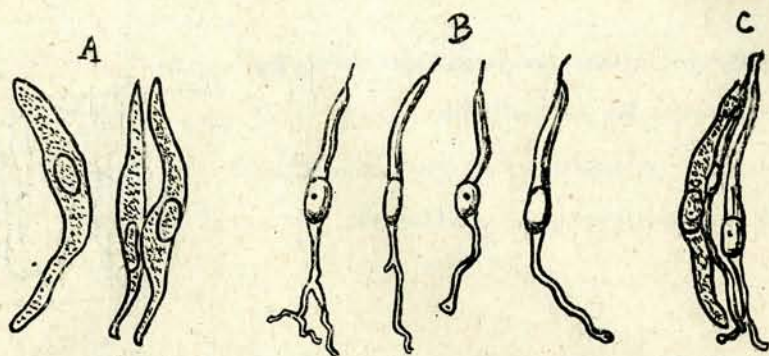



Fig. 155 - Cellule dei corpuscoli del gusto isolate.
A, cellule di rivestimento; B, quattro cellule sensoriali o gustative col loro nucleo, col loro prolungamento centrale e coi loro prolungamenti periferici provvisti di ciglia; C, una cellula di rivestimento e due cellule gustative, isolate dalle altre cellule del corpuscolo, ma che ancora conservano i loro rapporti reciproci.

tano in rapporto di semplice contiguità con gli epiteli del calice gustativo, insinuandosi tra di essi, ramificandovisi attorno e terminando liberamente con piccoli bottoni fino a livello del poro.

Queste fibre provengono dal nervo glosso faringeo o gustativo che è probabilmente l'unico nervo specifico del gusto, e dalla corda del timpano, che va ad innervare i varii organi dell'orecchio medio. Le alterazioni della corda del timpano, o nervo di Jacobson, si ripercuotono anche sulla sensibilità gustativa della parte posteriore della lingua. Un'altro nervo poi innerva la lingua inserendosi nella parte anteriore di essa; è questo il linguale o ipoglosso, che presiede in prevalenza alle funzioni motorie della lingua stessa, pure essendo altresì un nervo di senso.

Non si sa ancora dove si trovi localizzato il centro della

sensazioni gustative: è probabile che si trovi vicino a quello dell'olfatto.

La fig. 156 riproduce lo schema dell'apparecchio delle sensazioni gustative.

* * *

I bottoni o calici gustativi non si trovano soltanto nei due terzi anteriori della lingua, ma anche nella mucosa del terzo posteriore fino all'epiglottide, nella porzione del velo pendolo, che si trova al di sopra dell'ugola, nel pilastro anteriore, su una porzione della parete posteriore della faringe, e perfino nella superficie anteriore o linguale e nella superficie posteriore o laringea dell'epiglottide, infine nella superficie interna dei processi aritnoidei della laringe.

Fig. 156 - Schema dell'apparecchio per le sensazioni gustative.
1 - calice gustativo; 2 - suo poro; 3 - nervo che partendo dal calice gustativo si porta al centro gustativo nel cervello (5); 4 - ganglio sensitivo.

In tutte le altre regioni della mucosa boccale (nella parte mediana del dorso linguale, nelle gengive, nelle labbra, nel palato duro, nell'ugola, nelle tonsille, nelle guance, nella faccia inferiore della lingua) mancano normalmente i bottoni gustativi.

Infine è degno di nota il fatto che, durante lo sviluppo individuale, il numero dei calici gustativi è soggetto a una continua diminuzione. È infatti dimostrato che

nel bambino, anche la parte mediana del dorso linguale, come pure altre regioni del cavo orale, sono provviste di calici gustativi e quindi sono atte a percepire le sensazioni gustative. Ciò venne confermato da parecchi ricercatori: Urbantschitsch, Kiesow, Stahr, Ponzo ed altri.

3_ Sensibilità specifica delle varie parti della lingua.

I risultati istologici sopra descritti furono confermati da molti ricercatori determinando nel vivente la topografia del gusto e la localizzazione abbastanza precisa dei calici gustativi nella mucosa linguale mediante soluzioni titolate delle diverse sostanze sapide. Dapprima le ricerche fatte grossolanamente attribuirono la sensibilità gustativa a quasi tutta la cavità boccale, poscia, usando metodi più fini, coi quali si riuscì ad eccitare tutti i determinati punti della cavità orale, le ricerche confermarono i risultati trovati nel campo istologico.

Pure essendo la sede principale delle sensazioni gustative, la lingua non è capace di avvertire i sapori in tutti i punti della sua superficie. La regione delle papille circonvallate possiede la sensibilità gustativa più spiccata. Da questa zona l'area gustativa si estende lungo i margini dell'organo e nell'apice. Nell'età adulta è insensibile per le sostanze rapide un'ampia zona ovale di mucosa linguale, lunga quasi 3 cm. e di lunghezza variabile.

Questa zona insensibile centrale sarebbe poi, secondo le ricerche di Schreiber (1892), variamente estesa secondo se si esplora col sapore dolce, acido, amaro, salato. Come dimostra il diagramma della figura 157, l'area insensibile per l'acido sarebbe la più estesa. Inoltre l'area insensibile per l'acido sarebbe insensibile per qualsiasi altro sapore. Questi risultati però non devono essere presi come regola generale, perchè, come si ebbe poi a scorgere da altre ricerche, non tutti gli individui avvertono egualmente bene alla punta della lingua le quattro qualità di sapori. Vi sono alcuni che difficilmente vi differenziano i diversi sapori; altri che non vi distinguono che alcuni sapori soltanto; altri ancora in cui la punta della lingua è insensibile a qualunque sapore. Alla base della lingua invece tutti normalmente distinguono le qualità fondamentali dei sapori.

Fig. 157. Rappresentazione schematica della regione insensibile ai diversi sapori della superficie dorsale della lingua, sec. Schreider.

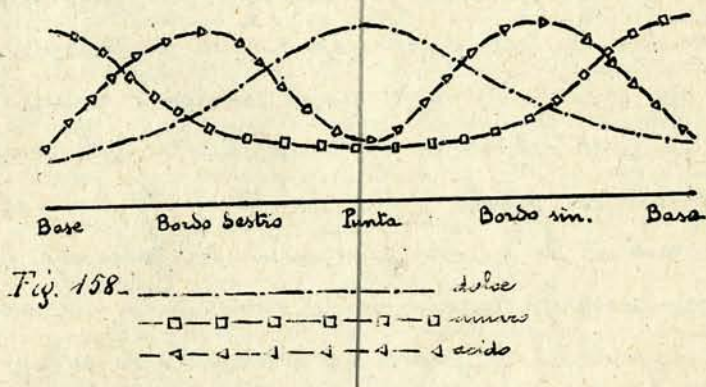
L'area ovale finamente punteggiata è insensibile a tutti i sapori; l'area circoscritta da una linea continua è insensibile al dolce; l'area racchiusa da una linea tratteggiata è insensibile al salato; quella delimitata da una linea punteggiata è insensibile all'amaro; quella infine racchiusa da una linea formata di piccoli circoli è insensibile all'acido.
a, papille circonvallate.

Il Prof. Kiesow si è occupato molto di questi studi e le sue molte ricerche portarono a questi risultati. Pel sapore dolce è più sensibile la punta della lingua; il sapore acido si percepisce

meglio ai bordi laterali; l'amaro meglio alla base di essa; la sensibilità per il salato invece è pressochè uguale su tutta la superficie gustativa linguale, benchè alla base un pò minore che non alla punta ed ai bordi laterali. Il Prof Kiesow stabilì inoltre che la sensibilità per salato è presso a poco la medesima anche nei vari individui e dove vi sono differenze individuali, queste sono minime.

Dai risultati ottenuti si può ricavare la fig. 158, che rappresenta appunto la varia sensibilità della lingua per i vari sapori.

Si è notato sopra che nei bambini tutta la superficie della lingua è sensibile ai sapori e manca

Fig. 158

la zona anestesica centrale che costantemente si riscontra negli adulti. Per rendersi conto di questo cambiamento, il Prof. Kiesow considera che negli adulti è più necessario il controllo gustativo nella zona marginale linguale che è in vicinanza dei denti, i quali sono gli istrumenti della masticazione, mentre nella prima età la sensibilità gustativa, anche nella parte centrale, risponde alle esigenze del poppare e dell'alimentazione liquida in genere. Inoltre negli adulti la vicinanza alle arcate dentarie della superficie gustativa

facilitá la penetrazione dei liquidi nei pori dei bottoni gustativi, per la compressione meccanica della lingua verso le dette arcate.

Sulla differente distribuzione della sensibilità specifica per i quattro diversi sapori nell'ambito della zona gustativa manca ancora una spiegazione definitiva. Il Prof. Kiesow pure ammettendo una disposizione ereditaria, sostiene, che gli organi del gusto si siano adattati in modo speciale agli stimoli esterni. Infatti si ha la tendenza a tenere in bocca più a lungo le sostanze sapide che provocano sensazioni piacevoli, che non quelle che danno sensazioni disgustose, sia che queste ultime vengano espulse o rapidamente ingoiate. La poca differenza della sensibilità delle varie regioni linguali pel salato, viene dal Prof. Kiesow attribuita alla connessione di questo fenomeno col fatto che la saliva si trova pressochè ugualmente distribuita nel cavo orale ed ha dappertutto il medesimo contenuto di sale.

I fenomeni sopra esposti hanno una grande importanza perchè sono in stretto rapporto, come vedremo, coi movimenti mimici della faccia, dei quali anzi ne sono il fondamento.

4_ Classificazione delle sensazioni gustative

Contrariamente a ciò che anticamente si credeva, il numero delle sensazioni gustative è assai ridotto, giacchè molte sensazioni credute gustative furono dimostrate sensazioni tattili

o olfattive, che si associano alle prime. Ad es. la sensazione del pepe è data dalla fusione di una sensazione olfattiva con una sensazione tattile.

Le sensazioni gustative fondamentali sono quattro: il dolce, l'amaro, l'acido, il salato. A queste il Bain il Wundt ed altri aggiunsero il sapore alcalino o liscivioso e il sapore metallico. Per molto tempo si è dubitato di porre questi due ultimi tra le sensazioni gustative fondamentali oppure se si dovevano considerare come sensazioni complesse. Il parere degli autori è in merito diverso. Le ricerche del Prof. Kiesow e di Höber indussero a ritenere il sapore alcalino e il metallico come dipendenti dall'associazione di più sapori elementari; nel metallico entrano come componenti l'acido ed il dolce; nel sapore di liscivia le sensazioni date dalla sensibilità generale si associano talora all'amaro e tall'altra al dolce. Il Von Frey ammise questi due sapori come sensazioni miste con una componente olfattiva e più recentemente concluse per il sapore alcalino trattarsi di una sensazione puramente olfattiva. Fu poi dimostrato dal Prof. Herlitzka che il cosidetto sapore metallico è pure una sensazione puramente olfattiva.

Le sensazioni gustative elementari sono quindi: il dolce, l'amaro, l'acido, il salato, ed esse non sono suscettibili di suddivisioni. Le innumerevoli altre sensazioni, che generalmente si credono gustative sono prodotte dalla fusione delle vere sensazioni gustative con sensazioni termiche, dolorifiche, tattili e olfattive.

Delle proprietà chimiche delle sostanze in rapporto alle sensazioni gustative, cui danno origine, ben poco sappiamo. In generale possiamo dire che gli acidi danno origine all'acido; gli alcaloidi, alla sensazione amara; i carbonati, a quella del dolce; ma la specificazione non ha valore assoluto in quanto, ad esempio, la saccarina, pur non essendo un idrato di carbonio, pur tuttavia è dolce al gusto, mentre vi sono dei sali, che danno sensazioni dolci e amare ad un tempo. Pare assodato che quanto agli acidi, formati dalla combinazione dell'idrogeno con un altro corpo, il gusto dell'acido dipenda dall'idrogeno; ma si tratta di ipotesi, che ancora non hanno potuto assumere il carattere di certezze. La stessa cosa si dica della ipotesi del Prof. Kiesow, per il quale la qualità della sensazione gustativa è in rapporto di relazione con la qualità degli ioni: anioni (positivi) e cationi (negativi), carichi di elettricità, che compongono l'atomo della sostanza, che si scioglie nel liquido. Secondo il Prof. Kiesow, il salato ad esempio, sarebbe dato dagli anioni.

Non sappiamo neppure da che cosa dipenda l'intensità della sensazione gustativa. Si ricorre anche per questo a congetture e si parla di pressione osmotica variamente intensa.

Dalla fusione delle sensazioni gustative nascono, per la legge della sintesi creatrice, delle nuove sensazioni composte. Così il dolce fuso coll'acido dà origine ad una sensazione gustativa che ha qualchecosa di nuovo e in più degli elementi componenti. Possiamo quindi ordinare le sensazio-

ni gustative, in un sistema duodimensionale, rappresentato da un cerchio, in cui ciascuna di esse è situata nel modo che risulta dalla fig. 159. È questa però una sistemazione arbitraria, in quanto in realtà non si passa direttamente dall'una all'altra sensazione, ma fra l'una e l'altra sono contenute le risultanti delle varie fusioni fra le due vicine: p. es. fra dolce ed amaro, fra amaro e salato, ecc.

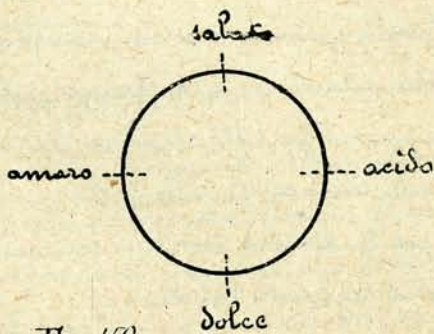



Fig 159

Anche nel campo delle sensazioni gustative abbiamo i fenomeni del contrasto e del complementarismo; sì l'uno che l'altro però non stanno qui nel rapporto in cui stanno per le visive. Così se si pone a contatto con la lingua una sostanza salata, la sostanza dolce, che venga successivamente a contatto con quella, sarà percepita come più dolce. Contrasto si ha pure fra dolce ed acido, tanto che se si bagna un bordo della lingua con dell'acido e poi si porta tale bordo a contatto con dell'acqua distillata, questa viene percepita come dolce. Forse una specie di contrasto si ha pure fra dolce ed amaro.

È anche possibile che due sensazioni gustative, fondendosi, si neutralizzino. Così è possibile eliminare la sensazione amara facendo uso di cocaina, neutralizzare la sensazione del dolce ricorrendo ad acidi speciali, la cui azione ha una certa durata e via dicendo. Si tratta comunque di una specie di

complementarismo, non già di un complementarismo vero e proprio, come non si può parlare di vero e proprio contrasto.

5. Misura delle sensazioni gustative.

Questa misura è assai semplice e facile. Basta sciogliere una certa quantità di sostanza nell'acqua e poi osservare quale sia la quantità dello stimolo che corrisponde al valore di soglia. Tale misura è stata fatta per le varie qualità di sensazioni e per le diverse regioni sensoriali, ottenendo le cifre ordinate nella seguente tabella:

Gusto

Valori di soglia	dolce (zucchero)	salato (sale com)	acido (ac. clorid)	amaro (chinino)
Punta della lingua	0,40	0,34	0,055	0,0004
Metà del bordo	0,70	0,38	0,035	0,0005
Base linguale	1,60	0,40	0,050	0,00006
Palato molle	0,75	0,37	0,041	0,00022

Sensazioni varie.

1. Sensazioni interne

Oltre alle sensazioni esterne studiate, vi sono molte sensazio-
ni interne, che non vengono riferite ad oggetti esterni. Esse
però non rimangono nella coscienza, ma vengono oggettivate
localizzate in un dato punto interno dell'organismo stesso.
Ricordiamo le sensazioni della stanchezza, della fame, della
sete, e via dicendo.

2. Le sensazioni muscolari ed articolari.

Fra le sensazioni che accompagnano le varie funzioni degli
organi interni, hanno un'importanza specialissima le sen-
sazioni, per mezzo delle quali noi avvertiamo direttamente
o indirettamente lo stato dei muscoli, i modi e i gradi diver-
si della loro attività funzionale, e in generale i cambia-
menti che subiscono gli organi attivi e passivi degli apparec-
chi motori. È per mezzo delle sensazioni emananti dagli
apparecchi motori, che possiamo controllare i nostri movi-
menti, e possiamo regolarli e compierli per determinati scopi.

Ad occhi bendati o nella completa oscurità, avvertiamo la
posizione in cui abbiamo le diverse parti del nostro corpo,
e abbastanza precisamente sappiamo pure descriverla.

Noi avvertiamo ad es. i cambiamenti di posizione di

di un braccio, fatti volontariamente o passivamente e li imitiamo coll'altro braccio. Quando solleviamo un peso noi imprimiamo senza alcuna difficoltà la forza necessaria per sollevare, spostare, rimuovere il dato oggetto. E via dicendo.

Pertanto tutte le sensazioni che accompagnano l'attività funzionale degli apparecchi motori, in linea generale vengono raccolti in una sola categoria chiamata delle <u>sensazioni muscolari</u>.

Le sensazioni muscolari risiedono nei muscoli e negli organi accessori di movimento e sono intimamente legate con le sensazioni tattili e di pressione. Infatti quando un muscolo si contrae, entrano pure in funzione gli organi specifici della cute spostata dalla contrazione, cioè quelli del tatto per mezzo dei quali possiamo conoscere l'intensità, la velocità e durata della contrazione muscolare. Questo fatto diede modo a vari autori di ammettere che le sensazioni muscolari dipendessero dalle sensazioni tattili. Le ricerche però fatte in merito sia nel campo fisiologico che nel campo patologico in cui si trovò che le sensazioni tattili non bastano per avvertire le sensazioni muscolari cioè per conoscere la posizione delle proprie membra, ma occorre pure in molti casi la vista, indussero ad ammettere per le sensazioni muscolari organi specifici, situati nei muscoli, nei tendini e negli organi accessori degli apparecchi di moto e quindi che esse siano indipendenti dalle sensazioni della cute, nonostante che vi sia uno stretto rapporto tra queste e quelle.

Il valore della soglia di differenza per le sensazioni muscolari è molto più fine di quella per le sensazione tattili; cioè di $1/17$. Ricordiamo a questo proposito l'esperienza più sopra riportata, che cioè quando poniamo, sulle mani ferme, due pesi, li percepiamo appena differenti quando l'uno raggiunge $1/3$ di più del peso dell'altro; se però facciamo entrare il senso muscolare allora ne percepiamo la differenza molto prima. Questo fatto fu trovato da E. H. Weber il quale con ingegnosi esperimenti pervenne alla dimostrazione che colle sensazioni muscolari, noi possiamo apprezzare assai più esattamente la differenza di due pesi, che colle sensazioni tattili o di pressione.

Strettamente legate alle muscolari sono le sensazioni articolari, le quali si hanno per mezzo di organi specifici che si trovano nelle varie articolazioni del corpo. Gli organi specifici per le sensazioni di movimento (muscolari - articolari) sono: i corpuscoli del Pacini modificati, gli organi muscolitendinei del Golgi e i fusi neuro-muscolari.

3. La sensazione di equilibrio.

Ricordiamo che l'orecchio interno si divide in due parti: la chiocciola innervata dal nervo cocleare, e gli organi vestibolari (rappresentati dai <u>tre canali semi-circolari</u>, dall'<u>utricolo</u> e dal <u>sacculo</u>) innervati dal nervo vestibolare (fig. 160). Tutto l'insieme è detto labirinto che si divide in labirinto osseo e labirinto membranoso. Questo è ripieno di endolinfa e tra esso e il labirinto osseo si trova la perilinfa. Della

chiocciola si è parlato molto studiando le sensazioni uditive di cui essa contiene l'apparecchio periferico. Ora dobbiamo intrattenerci sull'apparecchio vestibolare, il quale è l'apparecchio specifico per le sensazioni di equilibrio. Per mezzo di esso conosciamo ad ogni momento la posizione della nostra testa, anche quando i movimenti di essa sono fatti passivamente. Per mezzo di esso siamo sicuri dell'equilibrio del corpo durante il cammino e siamo pronti a riassumere l'equilibrio quando sta per perdersi.

Fig. 160 _ Schema del labirinto membranoso sec Hensen.
a, b, c, canali semicircolari; d, acquedotto del vestibolo; e, utricolo; f, saccolo; h, i, dotto cocleare; k, nervo cocleare; n - nervo vestibolare.

I canali semicircolari sono orientati secondo i tre piani di dimensione dello spazio. In ciascun lato si distingue il canale esterno, il canale anteriore ed il canale posteriore.

Ciascun canale presenta ad una sua estremità un rigonfiamento che dicesi ampolla, ove penetra il nervo ampollare il quale termina in un rilevamento in forma di cresta che sporge fino quasi all'asse del canale, rivestito da cellule speciali cilindriche sensitive. Queste cellule sono tenute insieme da una materia mucosa e gelatinosa di guisa che non possono oscillare liberamente nell'endolinfa.

Gli organi nervosi terminali nell'utricolo e nel sacculo sono costituiti in modo simile a quelli delle ampolle. Ciascuna di queste due parti del labirinto contiene una così detta

macula acustica in cui accedono speciali rami del nervo vestibolare. L'epitelio sensitivo della macula presenta cellule più corte di quelle delle creste ampollari, e sono pure esse tenute insieme da una masse più densa (otoconio) e da una certa quantità di cristalli microscopici di carbonato di calcio (otoliti).

Noi dobbiamo quindi all'eccitamento delle creste ampollari e delle macule acustiche la conoscenza in ogni momento della posizione delle varie parti del nostro corpo. E più precisamente nei movimenti rettilinei, angolari e rotatori, abbiamo che l'endolinfa dei canali semicircolari preme sulla parete opposta alla direzione del movimento. A ciascuna variazione di velocità nel movimento, si ha una variazione di pressione e conseguentemente una variazione di eccitamento delle creste ampollari nel piano delle quali il movimento ha luogo.

Durante le posizioni statiche, non le creste dei canali, ma le macule dei sacchetti del vestibolo sono eccitate mediante la gravità degli otoliti. Avendo gli otoliti un peso specifico maggiore di quello dell'endolinfa in cui sono immersi, i peli delle cellule sensitive debbono essere stirati in direzione diverse a seconda della posizione del capo; e così si producono gli eccitamenti che danno la sensazione di questa posizione, rispetto alla linea di gravità, e i movimenti riflessi degli occhi con esso coordinati.

Quando, ad esempio, portiamo la testa in avanti, le cellule delle macule si spostano in questo senso, seguite dalle ciglia

che porta l'otolite, la quale, perchè più pesante, resta un po all'indietro, facendo piegare le ciglia. Questo eccitamento dà luogo al processo nervoso al quale è dovuta la percezione della posizione. Noi possiamo poi fare fare alla testa dei movimenti di rotazione; in tal caso l'eccitamento non è più dato alle cellule dall'otolite, ma dalla linfa entro cui sono immerse le cellule stesse.

Molti si occuparono dello studio sul labirinto e fu in seguito alle esperienze dell'Ewald che si potè precisare la funzione dell'apparecchio vestibolare. Egli nelle sue ricerche, condotte a fondo, tolse dall'orecchio di alcuni piccioni l'intiero labirinto e vide che gli animali così operati non sapevano più orientarsi, e lasciavano la testa nella posizione che le si dava senza più riportarla alla posizione normale. Anche nei sordomuti spesso l'apparecchio vestibolare è distrutto; in questo caso essi quando siano loro bendati gli occhi non sanno più orientarsi, non essendo più avvertiti dalla vista della posizione in cui si trovano.

Il funzionamento dell'apparecchio vestibolare ci spiega alcuni fatti curiosi. Se giriamo per un pò di tempo intorno all'asse del nostro corpo, e poi di colpo ci fermiamo ci sembra allora di girare in senso contrario. Questo avviene perchè l'arresto improvviso del movimento rotatorio imprime alla linfa un movimento contrario al precedente, ed essa allora piega in senso contrario le ciglia. Lo stesso fatto si verifica quando camminiamo rapidamente in avanti e ci arrestiamo

d' un tratto: in questo caso non è più la linfa che agisce sull'otolite.

Questi fatti ci spiegano la natura della vertigine, psicologicamente considerata. Si è detto più volte che in virtù della legge della sintesi creatrice le sensazioni tendono a fondersi fra di loro, dando origine a qualchecosa di nuovo, che non è negli elementi componenti. Orbene, nel caso della vertigine le sensazioni, anzichè fondersi, si disturbano a vicenda. La vertigine quindi non è altro che un disturbo di sensazioni. Nel caso ad esempio di colui che dopo aver girato intorno all'asse del proprio corpo si ferma, abbiamo un disturbo fra le sensazioni muscolari, le quali avvertono che il corpo sta fermo, le sensazioni visive che dicono che si continua a girare nel medesimo senso, e quelle date dall'apparecchio vestibolare le quali affermano che si gira in senso contrario.

La vertiginesipuò avere anche in altri casi: basta talora un disturbo fra due sensazioni. Così quando si guarda dall'alto ad una grande profondità abbiamo un disturbo fra sensazioni interne ed esterne contrarie, e ci pare allora di cadere.

La vertigine infine può verificarsi a cagione di disturbi gastrici ed in altri casi patologici; si tratta, ad ogni modo, sempre di un disturbo fra diverse sensazioni, le quali non possono fondersi insieme; si tratta di un fenomeno psichico di disorientamento, che può dare origine a fatti secondari di natura fisica e fisiologica (es: vomito).

PARTE III

1. I sentimenti semplici

Al lato oggettivo della coscienza stanno, come abbiamo visto, in qualità di elementi, le sensazioni; al lato soggettivo appartengono, quali elementi delle formazioni più complesse, i sentimenti. La caratteristica di tali elementi è di non essere oggettivabili, di non essere mai localizzati in un dato punto dello spazio. Essi sentimenti rimangono nella coscienza e dalla loro varia combinazione traggono origine i sentimenti composti, le emozioni e gli atti volitivi.

Il numero dei sentimenti è assai più grande di quello delle sensazioni, essendo accompagnati da sentimenti non soltanto tutti i vari processi rappresentativi, ma anche le connessioni delle varie funzioni psichiche di cui parleremo più tardi. Per dare un esempio, non solo vi è un sentimento semplice di suono, che varia coll'altezza e l'intensità del suono, ma anche un sentimento d'armonia, che considerato come sentimento, è ugualmente indecomponibile e varia col carattere degli accordi. Benchè più sensazioni sonore siano richieste per produrre un'armonia sonora, e benchè questa nel suo contenuto di sensazione sia una formazione composta, le qualità sentimentali di certi accordi armonici sono nondimeno così diverse dai sentimenti legati ai singoli toni, che quelle al pari di questi rappresentano unità soggettiva.

mente del tutto inscindibili. Una differenza essenziale consiste solo in ciò, che i sentimenti che corrispondono a semplici sensazioni, possono essere isolati dalla connessione della nostra esperienza, usando lo stesso metodo dell'astrazione di cui noi ci serviamo per la determinazione delle sensazioni semplici. All'opposto quel sentimento semplice che è legato a una qualsiasi formazione composta di rappresentazioni, non può mai essere separato dai sentimenti che entrano in quella formazione come complemento soggettivo delle sensazioni; così, ad es, è impossibile sciogliere il sentimento d'armonia dell'accordo do, mi, sol dai sentimenti semplici dei toni do, mi e sol. Questi cedono forse davanti a quello, perchè si combinano con quello come vedremo in seguito, in un unico sentimento totale, ma non è mai possibile eliminarli naturalmente.

Il sentimento collegato ad una sensazione semplice diciamo tono sentimentale della sensazione o sentimento sensoriale semplice. La varietà di tali sentimenti è assai grande. I sentimenti che corrispondono a un certo sistema di sensazioni costituiscono sempre un sistema, nel quale ad ogni variazione qualitativa o intensiva della sensazione va generalmente parallela una variazione qualitativa o intensiva del tono sentimentale. Ma nello stesso tempo queste variazioni relative nel sistema dei sentimenti si comportano in modo essenzialmente diverso dalle variazioni corrispondenti nel sistema delle sensazioni. Se si varia l'intensità della sensazione, il tono sentimentale può mutare non solo intensivamente

Dunque c'è un collegamento fra γ e sent

ma anche qualitativamente, e se si varia la qualità della sensazione, il tono sentimentale muta non solo qualitativamente, ma anche intensivamente. Se ad es. si aumenta la sensazione di dolce, il tono sentimentale passa alla fine da gradito a sgradito; se la sensazione dolce passa a poco a poco in acido o in amaro, si nota che l'acido, e ancor più l'amaro, produce per eguale intensità di sensazione, un'eccitazione sentimentale più forte che il dolce. Ogni variazione nella sensazione è pertanto generalmente accompagnata da una doppia variazione nel sentimento.

accompagnamento

Quindi i sentimenti variano nei vari sistemi di sensazioni ed in questi si trovano probabilmente zone neutre, indifferenti, dai quali i sentimenti si muovono in senso contrario.

E non solo i sentimenti variano per la qualità delle sensazioni, ma variano eziandio secondo i gradi d'intensità della sensazione. Anche qui si trovano con ogni probabilità zone neutre per cui i sentimenti semplici posti al di qua e al di là di essa presentano un carattere decisamente contrario, in quanto gli uni possono generalmente essere annoverati fra i sentimenti di piacere, gli altri fra quelli di dispiacere.

Mentre la vecchia psicologia ammetteva solo due direzioni di sentimenti: di piacere e di dispiacere, dagli studi compiuti si può distinguere la grande varietà dei sentimenti in diverse direzioni principali. Tali direzioni fondamentali del sentimento sono sempre espresse da due denominazioni che indicano quei contrari. Ogni determinazione deve però essere considerata solo come un espressione collettiva che abbraccia una

---

pag - 237 Ogni variazione nella sensazione (qualitativa / intensiva) è accompagnata da una variazione (qualitativa / intensiva) nel tono sentimentale

quantità di sentimenti varianti per ogni individuo. In questo senso si possono fissare tre direzioni principali: direzioni del piacere e del dispiacere; dell'eccitamento e della calma; di tensione e di rilasciamento (di sollievo).

Come esempi di forme pure di piacere e di dispiacere noi possiamo considerare i sentimenti legati alle sensazioni cutanee e sensazioni interne, come pure alle sensazioni olfattive e gustative. Per una sensazione di dolore, ad es. noi proviamo un sentimento di dispiacere di solito non mescolato ad alcuna delle altre forme sentimentali. Sentimenti di eccitamento e di calma osserviamo collegati a sensazioni pure specialmente nelle impressioni di colore e di suono: così il colore rosso agisce come eccitante ed il bleu come calmante. Infine sentimenti di tensione e di sollievo si osservano nel decorso di certi processi psichici: nell'attesa di uno stimolo sensoriale si osserva un sentimento di tensione; al prodursi di un avvenimento aspettato un sentimento di sollievo (di rilasciamento). Si comprende però che una funzione psichica può essere accompagnata da vari sentimenti semplici che facilmente si combinano, come vedremo in seguito.

Ai sentimenti semplici corrispondono determinati processi fisiologici, ^o movimenti^ che si manifestano specialmente nei cambiamenti del respiro, dell'attività cardiaca, dei movimenti dei vasi sanguigni e del polso. Gli strumenti che servono alla registrazione di tali movimenti sono:

1° il pneumografo per la registrazione del respiro;

pag. 239 - Ad ogni variazione nei sentimenti semplici corrispondono determinati processi fisiologici o movimenti

respiro	pneumografo
cuore	cardiografo
vasi	pletismografo
polso	sfigmografo

2° - il cardiografo per la registrazione del movimento cardiaco;
3° - il pletismografo per la registrazione dei movimenti, dei vasi sanguigni;
4° - lo sfigmografo per la registrazione del polso.

1° - Il pneumografo fu inventato dal francese Marey. Il suo strumento (fig. 161) consiste di due capsule pneumatiche unite ad un sostegno, che si lega attorno al torace; capsula portante una penna scrivente (fig. 162), che registra i movimenti respiratori sulla carta affumicata di un cilindro girevole. Più semplice è il pneumografo di Gutzmann che consiste (fig. 163) di un semplice tubo pneumatico, messo attorno al torace, e communicante col

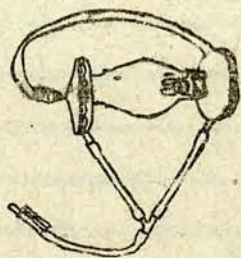



Fig. 161 Pneumografo

la capsula registratrice sopra descritta.

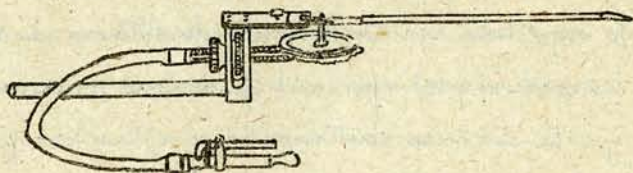



Fig. 162 - Penna o tamburo di Marey.

2° - Il cardiografo (fig. 164) consta di una capsula pneumatica un pò più grossa, la cui membrana elastica porta un bottone, che si applica nel 5° spazio intercostale. Questo apparecchio

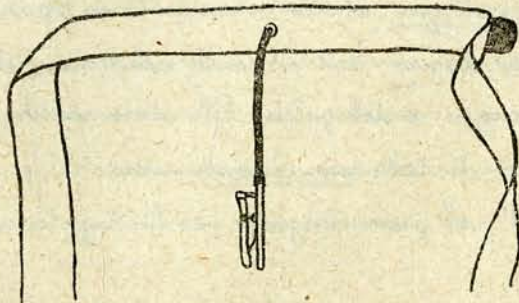



Fig. 163 - Pneumografo di Gutzmann

si mette in communicazione con una capsula registratrice del Marey.

Fig. 164 Cardiografo

3 - Il pletismografo fu inventato da Angelo Mosso. (fig. 165). Esso consta di un cilindro di vetro, nel quale si introduce l'avambraccio e che communica con un cilindretto, galleggiante in una miscela di acqua e di alcool contenuta in un largo vaso di vetro. Al cilindretto galleggiante serve di contrappeso un pezzo di piombo sul quale è fissa una penna scrivente.

Il cilindro, la provetta galleggiante e il tubo, che communica questa a quello, sono ripieni di acqua, cosicchè quando aumenta il volume del braccio per la dilatazione dei vasi sanguigni l'acqua fuoriesce dal cilindro e va nel tubo di saggio, il quale fattosi più pesante, si abbassa, facendo segnare sulla carta affumicata di un cilindro rotante dalla penna scrivente una linea ascendente. Quando si ha un restringimento dei vasi allora si osserva il fatto inverso: l'acqua rientra nel cilindro, la provetta

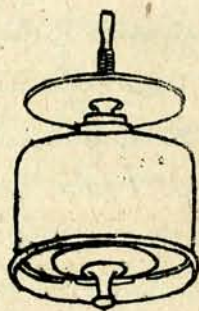
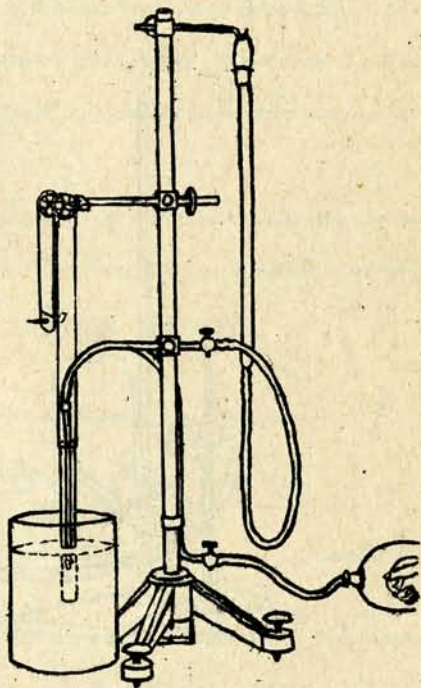



Fig. 165 Pletismografo di Mosso

galleggiante fattasi più leggera si innalza e sulla carta affumicata viene segnata una linea discendente.

4. Lo sfigmografo, pure inventato dal Marey, ha molteplici forme. Nella forma più semplice consta di una piccola capsula pneumatica con penna scrivente, che si fissa sul polso radiale. Più comodo è l' idrosfigmografo del Mosso, perchè permette di lavorare per delle ore di seguito senza che il soggetto venga disturbato. Esso consta (fig. 166) di un cilindro di vetro, nel quale si introduce l'avambraccio del soggetto.

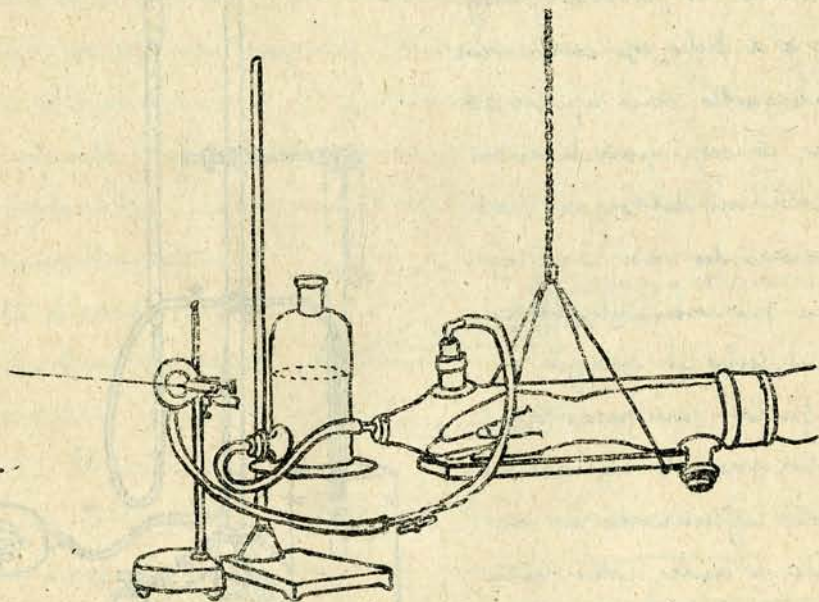
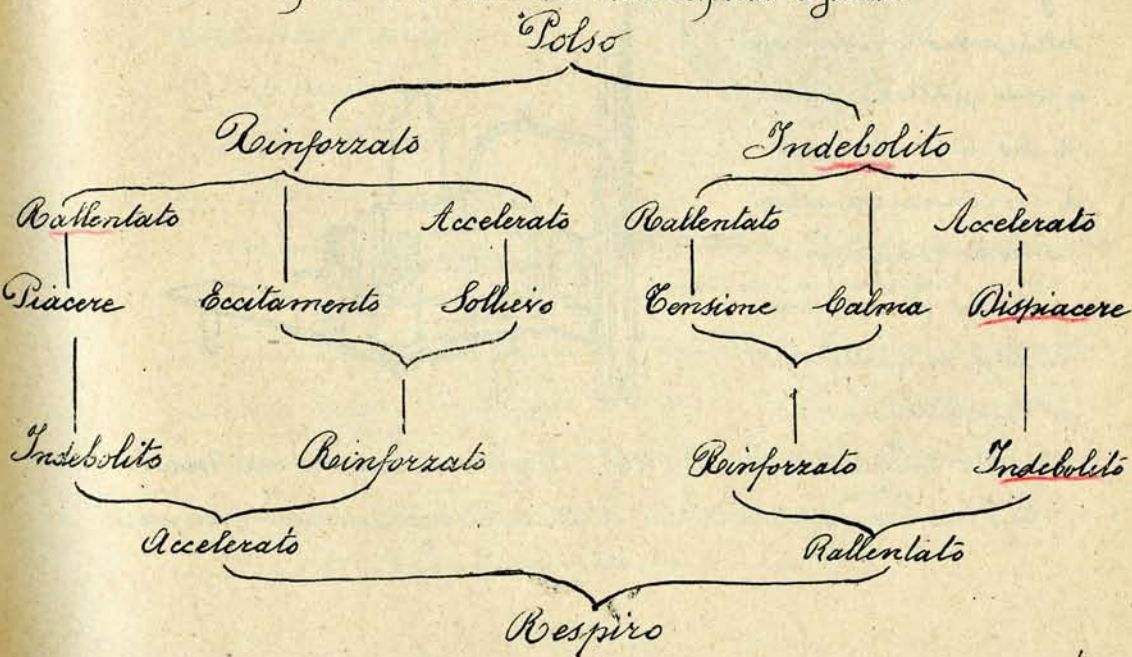



Fig. 166. Idrosfigmografo del Mosso.

Il cilindro ha poi tre piccole aperture, l'una dalla parte opposta a quella da dove si pone l'avambraccio e che comunica mediante un tubo di gomma, che attraversa un tappo, con una boccetta [illegible]

che si trovano al di sopra del cilindro, delle quali l'una porta un termometro e l'altra communica mediante un tubo di gomma con una capsula registratrice del Marey. Il cilindro viene riempito di acqua calda e il termometro ne segna la temperatura. Sull'altra apertura superiore del cilindro communicante colla penna del Marey, si forma una piccola camera di aria, e ciò si ottiene ponendo a livello quest'apertura coll'acqua contenuta nella boccetta. Le pulsazioni dell'intero avambraccio, immerso nell'acqua vengono così communicate alla piccola camera di aria e di qui alla penna registratrice. L'apparecchio così descritto serve a registrare esclusivamente le variazioni del polso perchè i grandi movimenti dei vasi sanguigni vengono communicati alla boccetta e quindi annullati.

I movimenti d'espressione meglio studiati fino ad ora sono quelli del polso e del respiro. I risultati ottenuti in queste ricerche si vedano chiaramente illustrati nello schema seguente:

Come si vede nel sentimento di piacere si ha un polso forte e rallentato e nel dispiacere un polso debole accelerato; mentre il sentimento di eccitamento è accompagnato da un polso forte e quello della calma da un polso debole senza che le singole pulsazioni siano nè rallentate nè accelerate. Nel sentimento di sollievo, invece, si osserva un polso forte e accelerato e in quello di tensione un polso debole rallentato.

Parimenti si vedono le seguenti modificazioni del respiro: piacere = respiro indebolito accelerato; dispiacere = respiro indebolito rallentato; eccitamento = respiro rinforzato accelerato; calma = respiro rinforzato rallentato; sollievo = respiro rinforzato accelerato, tensione = respiro rinforzato rallentato.

Possiamo aggiungere che il Mosso ha ideato un altro apparecchio che può pure servire per la registrazione della espressione sentimentale. Questo apparecchio, detto sfigmomanometro (fig. 167) registra i cambiamenti della pressione sanguigna e serve piuttosto per lo studio dei movimenti d'espressione che si hanno nelle formazioni psichiche più complesse, anzichè di quelli che si verificano nei sentimenti semplici.

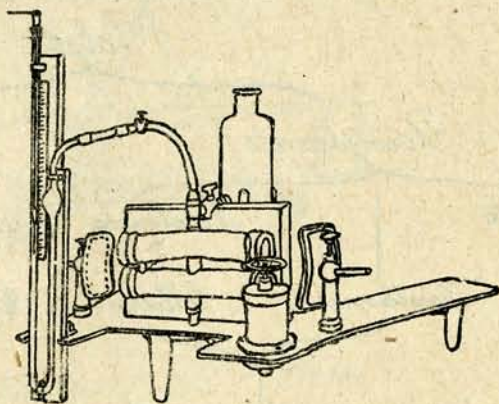



Fig. 167 - Sfigmomanometro del Mosso.

Chi vuole occuparsi di tali studi deve naturalmente conoscere

non solo il meccanismo del respiro ma anche quello della circolazione sanguigna. Per quanto concerne quest'ultima lo si comprende in linea generale, osservando la fig. 168. Il sangue, carico di ossigeno parte dal ventricolo sinistro del cuore (organo diviso in quattro cavità: due orecchiette e due ventricoli) per via dell'aorta e torna carico di acido carbonico, per mezzo delle vene all'orecchietta destra. Da questa entra nel ventricolo destro per essere portato dall'arteria polmonare ai polmoni, ove vien purificato cioè nuovamente caricato d'ossigeno. Dai polmoni il sangue torna al cuore per via della vena polmonare entrando nell'orecchietta sinistra; da questa poi entra nuovamente nel ventricolo sinistro per ricominciare il circolo. Si hanno così due circoli: il piccolo circolo che attraversa i polmoni ed il grande che porta il sangue carico di ossigeno in tutte le varie parti del corpo. Il cuore [illegible] si muove sempre per un'azione propria, [illegible]

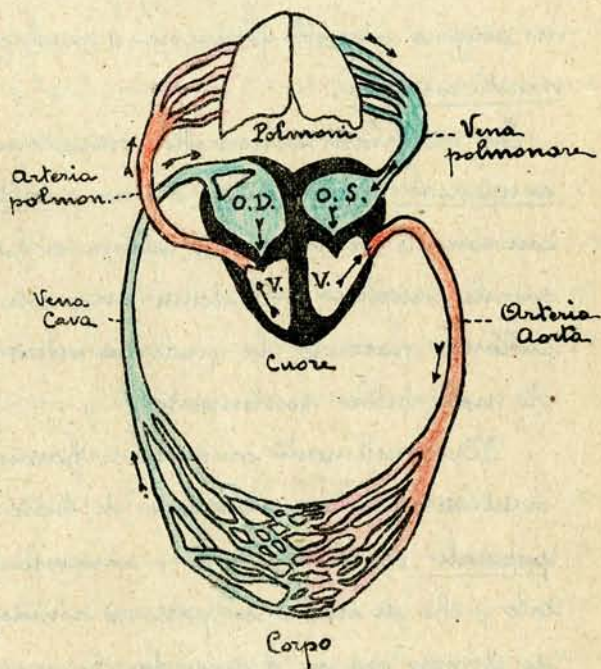



Fig 168 - Schema dell'apparecchio circolatorio del sangue.

ti vengono regolati da due nervi, uno che li rallenta (nervo vago) ed un altro che li accelera (nervo acceleratore).

2. I sentimenti composti

I sentimenti semplici si fondono facilmente fra di loro e danno origine a quelle formazioni psichiche, che vengono dette sentimenti composti.

In qualsiasi sentimento composto noi possiamo distinguere componenti sentimentali e una risultante sentimentale. Come componenti sentimentali ultimi si hanno sempre sentimenti sensoriali semplici; però alcuni di questi possono formare una risultante parziale, la quale poi entra come componente composto nell'intero sentimento.

Nei sentimenti composti si hanno: 1) un sentimento totale, risultante dalla connessione di tutte le sue parti; 2) sentimenti parziali che costituiscono i componenti di questo sentimento totale e che di nuovo si possono scindere in sentimenti parziali di diverso ordine, a seconda che essi constano di semplici sentimenti sensoriali (sentimenti parziali di primo ordine) o di fusioni di sentimenti semplici (sentimenti parziali di secondo e superiore ordine). Dove vi sono sentimenti parziali di secondo ordine, possono avere luogo varie combinazioni degli elementi. Perciò l'insieme del sentimento totale può farsi oltremodo complesso e il sentimento totale stesso può variare, a seconda che prevale l'uno o l'altro delle possibili combinazioni

dei sentimenti parziali. Così, per es., all'accordo musicale di tre note do, mi, sol corrisponde un sentimento totale d'armonia di cui elementi ultimi, cioè sentimenti parziali di primo ordine, sono i sentimenti corrispondenti ai singoli suoni do, mi, sol. Fra questi e il risultante sentimento totale stanno come sentimenti parziali di secondo ordine, i tre sentimenti corrispondenti alla fusione di due suoni (do = mi, mi = sol, do = sol), e a seconda che uno di essi prevalga o tutti insieme si presentino con quasi eguale intensità, anche il carattere del sentimento totale varia.

Il sentimento totale, connesso alle sensazioni cutanee e interne, viene designato come sentimento comune, perchè lo si considera come quel sentimento totale col quale trova la sua espressione lo stato del nostro benessere o malessere fisico. Però a questo benessere o malessere fisico possono partecipare anche sentimenti di altri campi sensoriali.

I sentimenti composti, che appartengono al dominio dei sensi della vista e dell'udito, vengono detti sentimenti estetici elementari. Il concetto "elementare" non si riferisce ai sentimenti stessi, i quali non sono assolutamente semplici, ma esprime un contrapposto relativo ai sentimenti estetici più complessi.

Fra i sentimenti estetici elementari che si osservano nel campo della vista, vi sono quelli collegati a combinazioni di colori. Ogni colore ha già in sè stesso un tono sentimentale speciale e ciò si osserva, ad es., nel colore dei paramenti sacri, di cui si vale la chiesa per suscitare nell'animo dei fedeli sentimenti appropriati alle varie pratiche religiose dell'anno.

I sentimenti estetici collegati alla combinazione di due colori si vedano descritti nella fig. 169. Combinando, ad es., il rosso con

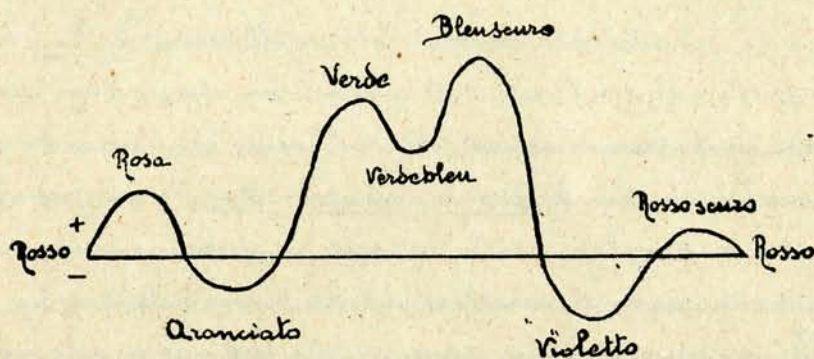



Fig. 169 - Curva sentimentale del rosso combinato con la serie dei colori spettrali

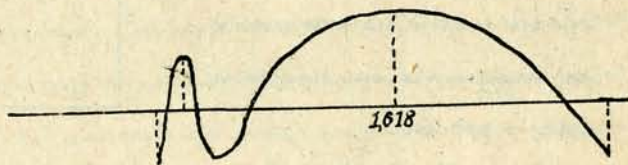
tutti gli altri colori dello spettro troviamo che esso insieme all'aranciato suscita un sentimento di dispiacere; unito al verde, dà un notevole grado di piacere; il massimo del piacere si raggiunge nella combinazione col bleu scuro. Simili sono i risultati che si ottengono con altre combinazioni. Questa legge dell'armonia dei colori ha grande importanza nella pittura. Per la combinazione di più di due colori non si sono fatte ancora sufficienti ricerche.

Oltre ai sentimenti risultanti dalla combinazione di due colori vi è il sentimento ottico di forma. Esso si manifesta innanzi tutto nel preferire forme regolari alle irregolari, e poi, nella scelta tra diverse forme regolari. Volendo trovare le leggi, dalle quali questi sentimenti dipendono, bisogna sperimentare con forme molto semplici, come linee, rettangoli,

triangoli, ecc. Procedendo così si trovano due leggi: la legge della simmetria col rapporto 1:1 e quella della sezione aurea col rapporto $x+1 : x = x : 1$ (il tutto sta alla parte maggiore, come questa alla minore). Il rapporto di simmetria ha preferenza nella divisione orizzontale, mentre quello della sezione aurea governa i sentimenti legati alle divisioni della direzione verticale, come pure quelli collegati ai rettangoli, ai triangoli, ecc.

Da quanto fu detto risulta che nel caso della croce si preferisce quella forma in cui la divisione della verticale corrisponde alla sezione aurea e quella della orizzontale alla simmetria.

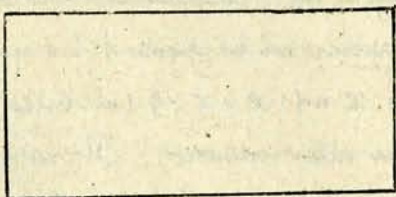
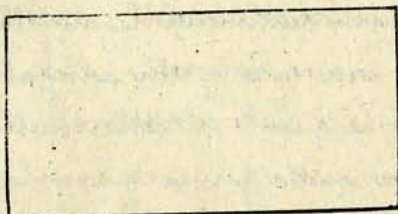
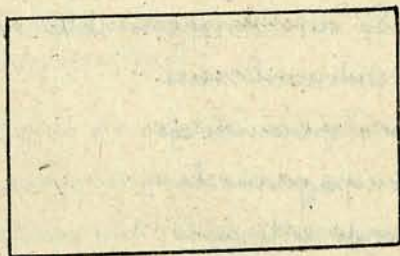
La curva rappresentata nella fig. 170 indica i varî gradi dei sentimenti piacevoli e spiacevoli che accompagnano la serie di rettangoli di diversa grandezza.

Fig. 170 - Curva del piacere per il rettangolo

Di tre rettangoli (fig. 171) lunghi tutti 50 cm. ed alti; il primo 23 cm., il secondo 25 ed il terzo 30 cm, quest'ultimo ci piace più che gli altri due perchè il rapporto delle sue dimensioni si avvicina maggiormente alla sezione aurea, cioè il rapporto di 1:1,6 (5:8).

La preferenza data ai rapporti sopra esposti dipende probabilmente da processi associativi (figura umana).

Nel campo uditivo abbiamo pure sentimenti estetici elementari, che riguardano da una parte l'armonia e la disarmonia, dall'altra parte il ritmo. Quanto all'armonia e alla disarmonia tutti conoscono le differenze dei vari sentimenti legati ad esse. Attorno a questi fenomeni furono create varie teorie che rivaleggiano tuttora tra di loro, cosicchè si può dire che in merito non si è ancora raggiunto un parere sicuro e preciso.

Fig. 171.

Quanto al ritmo bisogna distinguere tra la rappresentazione ritmica, che appartiene alle rappresentazioni di tempo, ed il sentimento ritmico. In quest'ultimo sono di particolare importanza i sentimenti parziali ed il modo con cui si combinano fra di loro. Perciò si comprende l'influenza che ogni cambiamento ritmico esercita sul sentimento ritmico. Per questa ragione i sentimenti ritmici si sviluppano in emozioni, di cui parleremo in seguito. I sentimenti parziali, che maggiormente ci interessano in questi studi, sono i sentimenti di attesa in tensione e di attesa

soddisfatta, quei sentimenti appunto; che nel loro regolare svolgersi, accompagnano ogni rappresentazione ritmica di tempo.

Si aggiunga che nelle rappresentazioni di questo genere possiamo distinguere: le rappresentazioni tattili di tempo e le rappresentazioni uditive di tempo. Le prime troviamo nei movimenti periodici del nostro organismo: il passo umano, la marcia. Però quando camminiamo o corriamo si muovono non solo le gambe ma anche le braccia, il tronco, la testa, ecc e tutti questi movimenti sono pure di carattere ritmico. Essi hanno grande importanza in quanto dal loro insieme dipende lo sviluppo del cosidetto ritmo soggettivo. Camminando si dà sempre ad un passo più forza, che all'altro e ciò si può facilmente scorgere quando si fa camminare una persona, cogli occhi bendati, lungo, ad es, un corridoio. In questo caso si osserva che l'individuo non cammina in linea dritta, ma in linea obliqua, appunto perchè il movimento di una gamba è più esteso di quello dell'altra.

Da ciò segue che quando facciamo battere un metronomo o meglio ancora quando si producono impressioni acustiche assolutamente eguali di intensità, per mezzo di un apparecchio speciale, non è possibile percepirle come tali, ma si sviluppano rappresentazioni di tempo, cioè forme ritmiche nelle quali o l'una o l'altra di queste impressioni si sentono più accentuate. È facile produrre in questo modo i vari tempi, che si usano in musica: 2/8, 3/4, 4/4, ecc.... È interessante infine osservare i vari sentimenti legati a queste rappresentazioni ritmi.

che. Torneremo ancora su queste formazioni psichiche quando studieremo la capacità della coscienza.

Dopo quanto si è detto si può dedurre che a causa dell'immensa varietà dei sentimenti composti, che è collegata a una varietà egualmente grande di loro condizioni, non si può naturalmente pensare a una teoria psicologica, che tutti li abbracci. Pure in essi si manifestano alcune proprietà comuni, per le quali i sentimenti vengono ordinati sotto certi generali punti di veduta psicologica. Sono precisamente <u>due</u> questi fattori, dei quali si compone ogni effetto sentimentale di tal natura: primo il rapporto dei sentimenti parziali fra loro e secondo la loro riunione in un unico sentimento totale. Ambedue questi fattori però non solo sono sempre collegati, ma si determinano anche reciprocamente. Inoltre la riunione delle parti in un tutto favorisce la manifestazione delle singole parti costituenti il sentimento.

Questa proprietà della connessione stretta di tutte le parti di un sentimento si connette con un principio, che è valido per tutti i sentimenti, e che si può designare come il <u>principio dell'unità dello stato sentimentale</u>. Questo principio sta in ciò, che in un dato momento è possibile sempre <u>un solo</u> sentimento totale, oppure, con altra espressione, che tutti i sentimenti parziali presenti in un dato momento si riuniscano sempre in un unico sentimento totale. Questo principio dell'unità dello stato sentimentale sta però evidentemente in connessione col rapporto generale tra rappresentazione e sentimento, per il

quale nella rappresentazione trova la sua espressione un contenuto immediato della esperienza, secondo le qualità ad esso attribuite senza riguardo al soggetto, nel sentimento invece si esplica il rapporto che sempre un tale contenuto dell'esperienza ha nel tempo stesso col soggetto.

3. Le emozioni.

Il sentimento sia semplice o composto rappresenta sempre uno stato non durevole. Nell'analisi psicologica di un sentimento composto noi dobbiamo sempre pensare fissato un momentaneo stato d'animo. E poichè questo tanto più facilmente si raggiunge, quanto più decorrono graduali e continui i processi psichici, si è accolta la denominazione di sentimenti principalmente per processi svolgentesi con relativa lentezza, come pure per quelli che, quali, p. es. i sentimenti ritmici nel loro regolare decorso nel tempo, non sorpassano mai una certa misura media dell'intensità. Quando invece una serie di sentimenti svolgentesi nel tempo si riunisce in un decorso connesso, il quale di fronte ai processi anteriori e seguenti si specifica come un tutto unito, avente in generale sul soggetto un'azione più intensa che un sentimento singolo, allora noi chiamiamo tale decorso di sentimenti un'emozione.

Ogni sentimento più intenso può facilmente svilupparsi in una emozione e i sentimenti ritmici in special modo, così nella musica come nella poesia, costituiscono un importante sussidio per sviluppare nella propria anima emozioni e per suscitarle

in altre persone. Perciò si può dire che tra sentimento ed emozione non si può tracciare un confine preciso, ma che la distinzione tra queste funzioni è piuttosto fluttuante.

La lingua ha indicato le diverse emozioni con nomi speciali che però non indicano processi individuali, ma classi. In ciascune di queste classi si abbraccia un numero più o meno grande di singole emozioni di caratteri comuni. Emozioni, come la gioia, la speranza, la cura, il cordoglio, l'ira, ecc., non soltanto sono in ogni singolo caso, nel quale si presentino, accompagnate di speciali contenuti rappresentativi, ma anche i loro contenuti sentimentali e persino il loro modo di decorso possono volta a volta variamente mutare. Quanto più un processo psichico è composto, si presenta di natura tanto più particolare nel singolo caso, e però un'emozione individuale si ripete in forma identica ancor più difficilmente che un sentimento individuale. Le designazioni generali delle emozioni hanno quindi tutt'al più questo significato di abbracciare certe forme tipiche di decorso aventi affini contenuti sentimentali.

L'emozione possiede il carattere di un tutto unico e si differenzia dal sentimento composto per due particolarità: presenta un determinato decorso nel tempo ed ha un più intenso e successivo effetto sulla connessione dei processi psichici. Essa incomincia sempre con un sentimento iniziale più o meno intenso, il quale colla sua qualità e direzione indica già di per sè la natura dell'emozione ed ha la sua origine o in una rappresentazione suscitata da uno stimolo esterno (eccitamento emotivo ester.

I Sentim. iniziale | II Decorso rappres. | III Sent. finale

β → rappresentazione
ester

β →
inter

vo), o in un processo psichico, provvemente da condizioni associative o appercettive (eccitamento emotivo interno). Segue poi un decorso rappresentativo, accompagnato da sentimenti corrispondenti, il quale e per la qualità dei sentimenti e per la rapidità del processo offre nelle singole emozioni differenze caratteristiche. Infine l'emozione si chiude con un sentimento finale, dal quale passa nello stato normale della coscienza.

EFFETTI

L'accrescimento degli effetti che si osserva nel decorso dell'emozione, si riferisce non solo al contenuto psichico dei sentimenti, che la compagnano, ma anche ai fenomeni fisici che l'accompagnano. Nei sentimenti isolati questi fenomeni si limitano ai cambiamenti dei movimenti del cuore e del respiro, i quali, come abbiamo visto, si possono solo dimostrare mediante esatti metodi grafici. Ma nell'emozione ciò avviene in modo essenzialmente diverso. Qui non solo pel sommarsi e l'avvicendarsi dei successivi stimoli sentimentali aumentano gli effetti sul cuore, sui vasi sanguigni e sulla respirazione, ma all'influenza emotiva sono tratti a partecipare in modo visibile gli organi esterni di movimento, perchè entrano in campo dapprima i movimenti dei muscoli della faccia (movimenti mimici), poi quelli delle braccia e di tutto il corpo (movimenti pantomimici) e a questi nelle emozioni più forti possano anche aggiungersi diffuse alterazioni d'innervazione, come tremito muscolare convulsivi scotimenti del diaframma, e dei muscoli del viso, abbassamento della tonicità muscolare quasi fosse prodotta da paralisi.

Sentimenti: cuore respiro

Emozione: mimici

Pantomimici

Organi esterni

Tutti questi movimenti sono designati come movimenti espressivi e sono di carattere sintomatico. Essi sorgono involontariamente, cioè sono movimenti riflessi. Si intende che i movimenti dovuti alla funzione della muscolatura striata possono farsi anche volontariamente, mentre quelli dipendenti dalla muscolatura liscia sono sempre di carattere automatico, vale a dire rimangono sempre movimenti involontari.

Rispetto al loro carattere sintomatico i movimenti espressivi delle emozioni possono essere distinti in tre classi:

1°- Sintomi puramente intensivi: sono le forme espressive di emozioni piuttosto forti;

2°- Estrinsecazioni sentimentali qualitative, che consistono in movimenti mimici;

3°- Estrinsecazioni rappresentative: generalmente consistono in movimenti pantomimici, coi quali o si indicano gli oggetti dell'emozione (gesti indicanti), o si designano gli oggetti ed i processi ad essi legati, dalla forma del movimento (gesti descriventi). Queste tre forme d'espressione corrispondono esattamente agli elementi psichici dell'emozione ed alle loro proprietà fondamentali: la prima all'intensità, la seconda alla qualità dei sentimenti, e la terza alla parte rappresentativa. Conseguentemente anche un solo concreto movimento espressivo può in sè riunire tutte le tre forme espressive. La terza forma, quella delle estrinsecazioni rappresentative, a causa delle sue relazioni genetiche col linguaggio, è di una speciale importanza psicologica.

I fenomeni concomitanti alle emozioni nel dominio dei

movimenti di polso e di respirazione possono essere di triplice natura:

1° Essi possono consistere nell'immediato effetto dei sentimenti dei quali si compongono le emozioni, così, ad es., in un allungamento delle onde del polso e del respiro, se i sentimenti sono di piacere; in un raccorciamento, se sono sentimenti spiacevoli. Però questo si nota solo nelle emozioni relativamente calme, nelle quali i singoli sentimenti hanno tempo sufficiente a svolgersi.

2° Quando viene meno questa condizione, allora appaiono fenomeni che dipendono non solo dalla qualità dei sentimenti, ma anche dall'intensità degli effetti di innervazione prodotti dal sommarsi dei sentimenti. Abbiamo così una innervazione rinforzata. Questa sorge in seguito ad un aumento dell'eccitazione prodotto dal sommarsi dei sentimenti. Siccome nel cuore l'aumento d'eccitazione colpisce sopratutto i nervi d'arresto, essa si manifesta in pulsazioni più lente e più forti, accompagnate da un aumento d'innervazione nei muscoli mimici e pantomimici: emozioni steniche.

3° Se il decorso dei sentimenti è molto lungo e tumultuario, si ha una paralizzazione più o meno diffusa dell'innervazione del cuore e del tono dei muscoli esterni, collegata con speciali perturbazioni d'innervazione di singoli gruppi muscolari, principalmente del diaframma e dei muscoli del viso. Il primo sintomo della paralizzazione dei nervi regolatori del cuore è una grande accelerazione di pulsazioni e di movi-

menti respiratori, mentre contemporaneamente i movimenti del polso e del respiro diventano più deboli e il tono dei muscoli esterni decresce fino a un rilassamento quasi paralitico: emozioni asteniche.

Si parla pure di emozioni rapide e lente, secondo che l'aumento o l'inibizione dell'innervazione avvenga con maggiore o minore rapidità.

Volendo fare una classificazione delle varie forme di emozioni bisogna partire da punti di vista psicologici, perchè i fenomeni fisici concomitanti hanno dapertutto solo un valore di sintomi ed inoltre, si prestano spesso a più di una interpretazione. Pertanto i punti di vista psicologici secondo i quali si possono classificare le emozioni sono tre: 1°) la qualità dei dei sentimenti che entrano a costituire le emozioni; 2°) l'intensità di questi sentimenti; 3°) la forma del decorso, che è determinata dalla maniera e dalla rapidità della variazione dei sentimenti.

Secondo la qualità dei sentimenti si possono stabilire alcune forme fondamentali di emozioni corrispondenti alle direzioni fondamentali dei sentimenti semplici e cioè: emozioni piacevoli e spiacevoli, eccitanti e deprimenti, di tensione e di sollievo. Ma conviene notare che le emozioni, a causa della loro costituzione più complessa, ancora più che i sentimenti, sono di forma mista. Perciò, solo una delle note direzioni sentimentali può indicarsi come primaria o dominante per una certa emozione; gli altri elementi sentimentali, appartenenti

ad altre direzioni, si fondono con queste come parti secondarie. Ad es., la gioia (fig. 172) pel suo carattere fondamentale è una emozione di piacere; nello stesso tempo è, per lo più anche un'emozione eccitante, ma quando arriva ad un certo grado di intensità, essa diventa deprimente. Per contro la pena è un'emozione spiacevole di natura per lo più deprimente; con una maggiore intensità

Fig 172 - Decorso schematico di una emozione di piacere: « gioia »

dei sentimenti può anche essere eccitante, per poi ad una intensità massima passar di nuovo in una pronunciata depressione. Ancor più decisamente l'ira (fig. 173), nel suo carattere predominante è un'emozione spiacevole d'eccitamento, ma ad una maggiore intensità dei sentimenti, passando nella furia, può essa pure diventare deprimente.
Mentre la natura eccitante o deprimente ci appare solo come forma secondaria delle emozioni di piacere e di dispiacere, vediamo talvolta i sentimenti di tensione e di

sollievo essere parte fondamentale o dominante delle emozioni. Così nell'emozione dell'attesa il sentimento di tensione è il primario tra

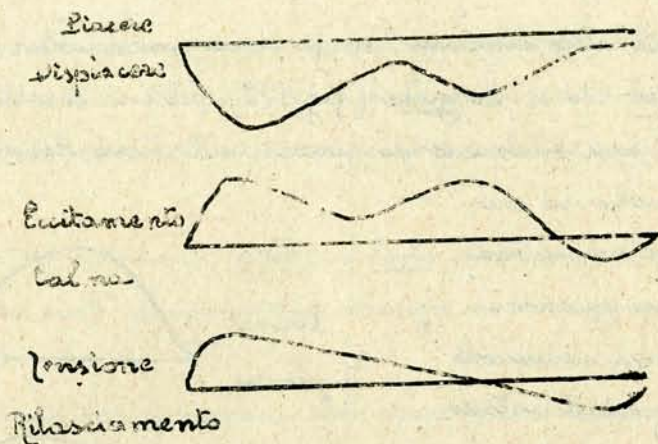



Fig. 173 - Decorso schematico di una emozione di dispiacere: « l'ira »

sformandosi in emozione si aggiungono facilmente sentimenti spiacevoli di natura, a seconda delle circostanze, deprimente ed eccitante. Nelle impressioni o nei movimenti ritmici dall'avvicendarsi dei sentimenti di tensione o di sollievo nascono infine emozioni di piacere, le quali poi a seconda della natura del ritmo, sono eccitanti o deprimenti; in questo ultimo caso però mescolandosi con sentimenti spiacevoli possono del tutto trasformarsi in sentimenti di dispiacere.

Da quanto fu detto si comprende che nella medesima emozione non possono essere contenuti nello stesso tempo sentimenti contrari. Per esempio, nella gioia non può esservi contemporaneamente un sentimento di piacere e di dispiacere, come nell'ira non può trovarsi il piacere insieme al dispiacere; e così via.

Nelle designazioni create dal linguaggio per le emozioni è stato sopratutto considerato questo lato qualitativo dei sentimenti che le compagnano. E perciò i concetti fissati dal linguaggio possono essere ordinati in tre classi:

1.- Designazioni di emozioni non riferentisi ad oggetti esterni: gioia, pena, mestizia, cordoglio, affanno, terrore;

2°.- Designazioni di emozioni riferentesi a un oggetto esterno: contentezza, scontentezza, fastidio, svogliatezza, ira, furia;

3°.- Designazioni di emozioni che si riferiscono ad avvenimenti esterni, i quali si aspettano nel futuro: speranza, timore, angoscia, cura.

Si intende però che alla formazione di tutte queste emozioni partecipano pure sentimenti di tensione e di sollievo, di eccitamento e di depressione.

Rispetto all'intensità dei sentimenti, noi possiamo distinguere emozioni forti e deboli. Questi concetti però non si identificano con quelli delle emozioni steniche ed asteniche, fondate sui concomitanti fenomeni fisici.

Più importante è il terzo carattere per cui si differenziano le emozioni cioè la forma del decorso. Secondo questa noi possiamo distinguere (fig. 174):

1°.) emozioni irrompenti, improvvise, come sorpresa, sbalordimento, delusione, terrore, furia; esse molto rapidamente si innalzano ad un massimo, poi a poco a poco decrescono e ripassano nello stato di calma.

2°) emozioni <u>gradatamente</u> <u>crescenti</u> come cura, dubbio, cordoglio, tristezza, attesa, e in molti casi anche gioia, ira, angoscia. Esse aumentano a poco a poco al loro massimo e di nuovo egualmente a poco a poco declinano.

3°) emozioni <u>intermittenti</u>, nelle quali più fasi crescenti e decrescenti si seguono le une alle altre. A questa classe appartengono le emozioni di maggiore durata: gioia, ira, tristezza.

Possiamo ancora fare una distinzione tra emozioni <u>remittenti</u> ed <u>oscillanti</u>. Queste sono tutte di natura intermittente, ma nel primo caso l'emozione non sparisce mai completamente dalla coscienza, perchè vi sono soltanto fasi di maggiore o minore intensità, mentre nel secondo caso l'emozione sparisce ad intervalli dalla coscienza completamente per poi ritornare con eguale o quasi eguale intensità. Come fu già detto tali emozioni possono disturbare un individuo per molto tempo anche per vari giorni di seguito.

Fig. 174 - Forme tipiche del decorso delle emozioni.
A emozioni improvvise, erompenti;
B - emozioni gradatamente crescenti;
C - emozioni remittenti;
D - emozioni oscillanti

a - I movimenti ritmici.

Fra i sintomi fisici che accompagnano le emozioni, vi sono

i movimenti mimici, i quali dipendono dalla disposizione dei muscoli striati della faccia riportati nella fig. 175. Come si vede, per ogni parte della faccia abbiamo muscoli speciali a cui presiedono dati movimenti, che, sebbene possiamo provocare volontariamente, in generale si esplicano in noi in modo riflesso. Tutti i movimenti mimici si sono sviluppati in noi in seguito a sensazioni gustative (dolci, amare, acide), come pure a sensazioni visive, olfattive, ecc. e i più importanti sono quelli che dipendono dalla muscolatura della bocca. Sono però notevoli anche quelli del muscolo frontale.

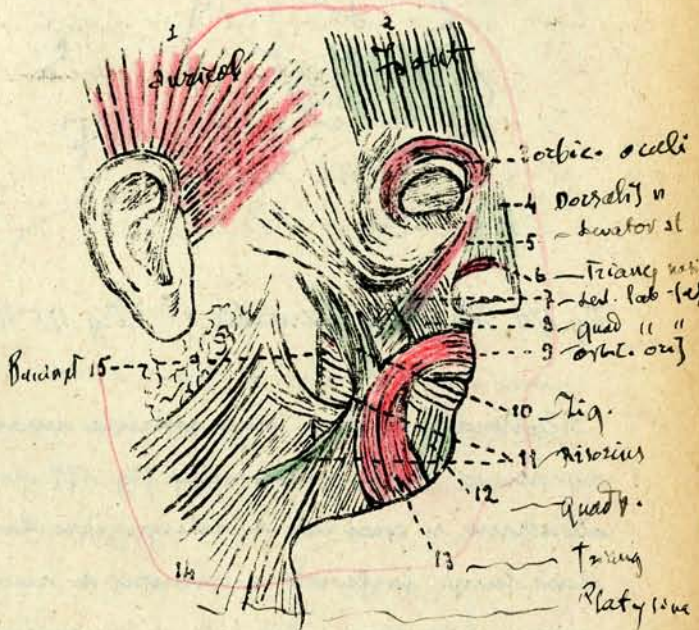



Fig. 175 - Prospetto della muscolatura della faccia. 15 muscoli
1 - Auricularis, 2 - Frontalis; 3 - Orbicular oculi; 4 - Dorsalis narium; 5 - Levator alae nasi; 6 - Triangularis nasi; 7 - Levator lab. sup; 8 - Quadratus lab. sup; 9 - Orbicular oris; 10 - Zigomaticus; 11 - Risorius Santorini; 12 - Quadratus lab. inf.; 13 - Triangularis; 14 - Platysina; 15 - Buccinator.

Quando si introduce, ad es. nella bocca una sostanza dolce, la faccia assume l'atteggiamento riprodotto nella fig 176.

I muscoli si distendono e la bocca si chiude per gustare a lungo la sostanza. Questa è l'espressione fondamentale del piacere

Fig. 176 - Mimica del dolce. Fig. 177. Mimica dell'amaro.

Mettendo in bocca una sostanza amara si ha invece un'altra espressione. Come si vede nella fig. 177 gli angoli della bocca si abbassano, si cerca cioè di trangugiare la sostanza amara e nello stesso tempo la fronte si riempie di rughe. La sensazione dell'amaro è accompagnata dal sentimento di dispiacere e una simile espressione si ha per tutte le emozioni in cui domina tale sentimento (l'ira, il disprezzo, ecc.)

La sostanza acida poi fa allargare la bocca (fig. 178) cercando in questo modo di eliminare la sostanza stessa. Tale espressione è fondamentale per il pianto (fig. 179) Si ha, è vero, un allargamento della bocca anche nel riso (fig. 180), ma in questo caso è diversa l'espressione degli occhi. Mentre questi sono nel pianto semichiusi, nel riso sono aperti. Si noti pure nei

Fig. 178 Mimica dell'acido.

Fig. 179 - Mimica del pianto   Fig 180 - Mimica del riso.

due casi la differenza della linea naso-labiale, la quale rimane anche nel riso forzato (fig. 181), benchè il resto di quest'ultima espressione rassomigli molto a quella del pianto.

Vi sono poi emozioni che hanno una espressione che sta tra l'espressione del dolce e quella dell'amaro, come, ad es, (fig. 182) nel leggero dubbio, in cui la bocca è chiusa e l'angolo di essa si abbassa leggermente.

Fig. 181 - Mimica del riso forzato

I movimenti mimici si possono riprodurre artificialmente, stimolando elettricamente i vari muscoli della faccia e il Prof. Kiesow fece vedere un disegno del Duchesne riproducente l'espressione dell'angoscia mortale ottenuta artificialmente per mezzo di eccitamento elettrico dei rispettivi muscoli della faccia. Essi inoltre sono tipici per tutte le razze umane e si riscontrano pure in certi animali, come venne di-

dimostrato dal Duchesne e dal Darwin.

Ricordiamo ancora infine che i movimenti mimici esprimono la qualità della emozione

Fig. 182 - Combinazione del dolce coll'amaro: espressione del leggero dubbio.

b - I movimenti pantomimici -

Questi movimenti seguono, come fu già rilevato, il decorso rappresentativo che accompagna l'emozione. Essi hanno una importanza speciale per lo sviluppo del linguaggio, del disegno e della scrittura. Il primo linguaggio non fu fonetico, ma, come ebbe già a dimostrare G. B. Vico, fu fatto in gesti. Un tale linguaggio in gesti si riscontra ancora oggidì tra molti popoli che vivono allo stato naturale, come gli indigeni dell'America, dell'Australia e dell'Africa. Esso non si perde coll'ulteriore sviluppo di una razza umana, ma si conserva anche dopo che si sia già sviluppato il linguaggio fonetico, che è pure in fondo un movimento d'espressione. Il parlare in gesti si conserva in tal modo per molto tempo perchè offre certi vantaggi sopra il linguaggio fonetico come ad esempio, il parlare a distanza, in segreto, ecc.) Il gesticolare si conserva inoltre in tutti i popoli che hanno dimenticato il parlare in gesti propriamente detti, in quanto che esso accompagna il linguaggio fonetico. Qui vi sono differenze tra

i vari popoli, ma sarà difficile trovare un popolo in cui il gesto si sia perduto completamente. Sono noti i gesti napoletani, studiati da Andrea del Jorio (1832) che li mise in confronto con quelli degli antichi Romani. Sono gesti che si ritrovano pure presso le popolazioni indigene sopraindicate.

La fig. 183 riproduce quattro gesti napoletani dei quali a significa una testa cornuta, b e c la testa di un asino, d un fiasco.

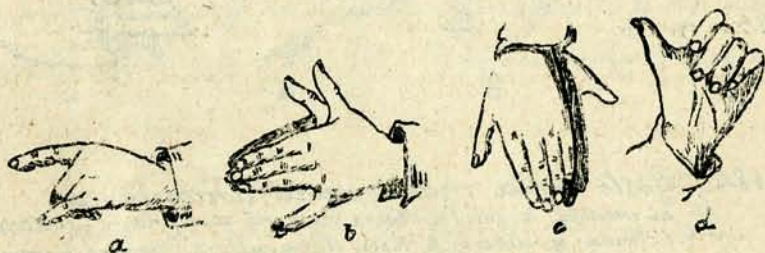



Fig. 183_ Gesti della mano napoletana

La fig. 184 riporta invece alcuni gesti degli indigeni dell'America. Questi gesti si possono dire gesti imitativi e da essi si distinguono i gesti simbolici, dei quali riproduciamo alcuni esempi nella fig. 185.

Si comprende facilmente come da tali gesti possa svilupparsi il disegno e specialmente la scrittura. Quest'ultima si manifesta nel momento in cui il gesto viene fissato, cioè disegnato sopra una foglia, un pezzo di corteccia d'albero, ecc. Così ogni scrittura in qualsiasi popolazione è in principio una scrittura in immagini cioè in gesti. Da

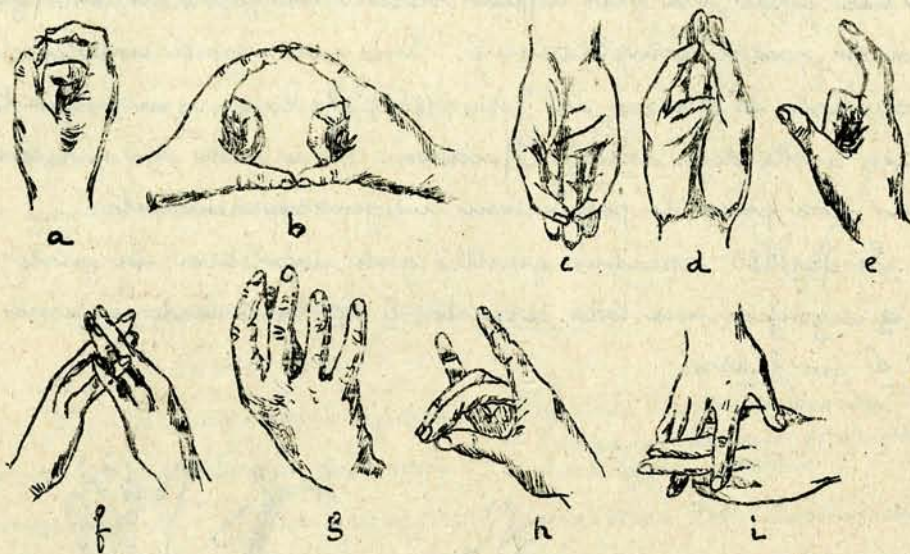



Fig. 184 - Gesti della mano nord-americana.
a - moneta; b - sole; c - coppa per bere; d - tenda; e - antilope
f - tenda; g - albero; h, testa di cavallo; i - andare a cavallo.

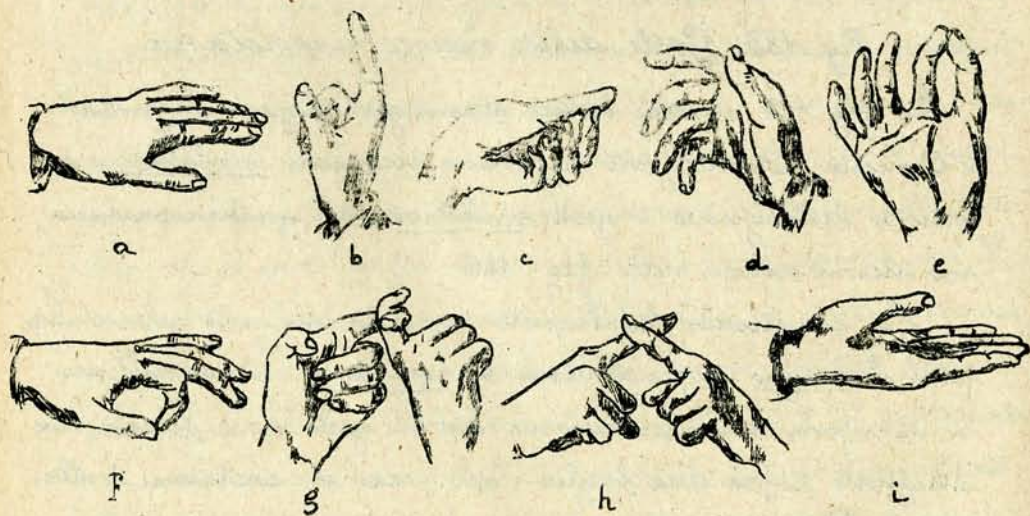



Fig. 185 - Gesti simbolici napoletani (a, b, c, d, e, f.) e nord-americani (g, h, i)
a - quiete; b - attenzione; c - poca cosa; d - furto; e amore, matrimonio; f giustizia; g - amicizia; h - contratto commerciale; i invito a parlare.

tale scrittura si sviluppa più tardi quella in caratteri convenzionali. Ma anche in questo caso possono conservarsi alcuni esempi della scrittura primitiva, come vediamo nei numeri romani I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X. Questi segni non significano altro che il numero delle singole dita delle mani e la forma di una mano (V) o di due mani insieme (X).

Un altro esempio abbiamo nel segno esclamativo (!) che è nient'altro del pugno insieme all'indice disteso e che significa come nel parlare in gesti, attenzione.

Quanto fu esposto si verifica chiaramente nelle due lettere riprodotte nelle fig. 186, 187. Di queste la prima si trova

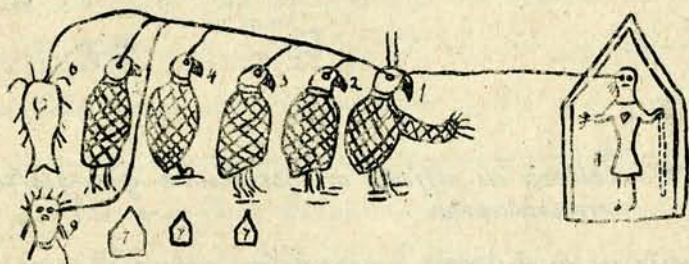



Fig. 186 - Lettera in scrittura geroglifica di alcuni capi indiani.

nell'Archivio di Stato di Washington negli Stati Uniti d'America. Sono i capi di una tribù che comunicano per iscritto al Presidente (uomo bianco nella casa bianca) che vogliono sottomettersi, vale a dire, vivere in case (7). Nell'originale la lettera è dipinta in colori. L'atto della comunicazione è indicato dalla linea che unisce gli occhi dei sette capi coll'o-

chio del Presidente. L'occhio è considerato come l'organo della intelligenza. Si noti come il capo n. 1 stende la mano verso il Presidente e come questi allarghi le braccia per riceverlo amichevolmente.

Nella seconda lettera si ha la rappresentazione tipica del contratto primitivo di permuta. Il segno X sta ad indi-

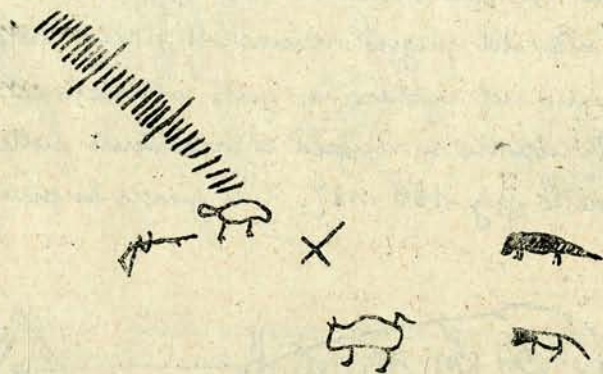



Fig. 187 - Lettera di affari in scrittura geroglifica di un indiano.

care l'incrocio di due vie, dove solitamente si faceva mercato. A destra, di chi guarda, sono raffigurati gli oggetti che si offrono (parecchi animali), mentre a sinistra sono rappresentati gli oggetti che si vogliono avere in cambio dell'offerta (n. dei fucili e un animale).

c - Teoria somatica delle emozioni

Merita speciale menzione la teoria sull'emozione ideata dal Lange, detta <u>teoria somatica dell'emozione</u>, la quale

Sensazioni e Rappresentazioni
a) esterne -
b) interne o muscolari - Emozioni | siamo tristi perchè piangiamo in seguito di movimenti che accompagnano il pianto -

acquistò maggior valore quando venne appoggiata e sviluppata da William James, per cui prese anche il nome di teoria di Lange-James. Secondo il Lange, non è vero che nella coscienza si sviluppino dei fatti diversi da quelli che abbiamo detto senzazioni e rappresentazioni. Ciò che si dice sentimento non è altro che una sensazione muscolare ed interna. Quindi ciò che chiamiamo emozione non è che un insieme di sensazioni dipendenti dalla muscolatura liscia e dalle funzioni di altri organi (es: ghiandole). Dall'insieme perciò di tali sensazioni nascono, secondo il Lange ed il James, ciò che si dice: emozione.

Il James giunge alla conclusione, che è un vero paradosso: che cioè noi non piangiamo perchè siamo tristi, ma siamo tristi perchè piangiamo. Il che si capirebbe soltanto se le emozioni non esistessero come fatti a sè, ma solo come sensazioni, perchè allora i movimenti che accompagnano il pianto sarebbero la causa della sensazione stessa.

Ma se l'atteggiamento del James si può spiegare tenendo conto dell'ondeggiamento filosofico che caratterizza il suo pensiero, pensiero che parte dalla psicologia empirica inglese: Locke, Hume, Hartley, non per questo si spiega la sua teoria dell'emozione. Si capisce facilmente che nell'empiricismo inglese il sentimento non può trovar posto (Hume dice: noi siamo un fascio di impressioni, cioè di sensazioni), ma d'altra parte la psicologia moderna ha dimostrato con inepugnabile sicurezza che i sentimenti rap-

e che risposta?

presentano elementi psichici speciali cioè non oggettivabili e che le emozioni nascono da una fusione di vari sentimenti.
Inoltre mettendo il problema sotto la prova dello sperimento, vale a dire, registrando i rispettivi movimenti d'espressione durante lo sviluppo di una emozione si vede che l'inizio dell'emozione, come tale, precede sempre i movimenti nei quali si esprime. Possiamo ammettere soltanto che i movimenti d'espressione per la loro intima associazione colle emozioni, possono intensificare queste ultime. Per questa associazione si comprende inoltre che, riproducendo artificialmente i movimenti di una data emozione, si sviluppi in seguito in noi questa stessa emozione, benchè di minore intensità.

. . .

Abbiamo detto che le emozioni si esprimono anche nei movimenti respiratori, infatti, secondo le ultime ricerche fatte, il respiro è, a questo proposito molto sensibile. Su di esso si fonda un nuovo metodo di ricerca per conoscere se le risposte date da un soggetto alle domande rivoltegli, siano giuste o false. È indubbio che anche in questo caso si tratti di una emozione. Chi dice il falso deve trovarsi in uno stato d'animo del tutto diverso da quello in cui si esprime la verità; anzi, a chi è abituato di dire il vero, ripugna di dire il falso, cioè si trova in uno stato emotivo assai intenso.

Questi fatti furono studiati sperimentalmente dal Benussi il quale prese come misura il quoziente respiratorio. Questo quoziente è nel caso in cui si dice il falso, molto diverso da quello in cui viene detto il vero.

Ha poi speciale merito per lo studio della curva respiratoria, il nostro Prof. Ponzo, il quale crede persino di stabilire colle sue esperienze vari tipi respiratori.

4_ I processi di volere

L'arduo argomento dei processi di volere fu trattato da tutte le scuole filosofiche, ciascuna delle quali ha formulato in merito una dottrina propria. Però esse si sono preoccupate solo dell'effetto finale senza tenere conto dei processi psichici, che costituiscono gli atti volitivi, e delle cause per le quali essi si sviluppano.

Cause
Processi psichici
effetto finale

Inoltre tendendo allora nella teoria dei vecchi psicologi, a limitare il concetto del volere senz'altro agli atti volitivi esterni, si lasciava affatto inosservato l'intero campo degli atti di volere e quindi ne proveniva che non era avvertita la stretta connessione genetica tra gli atti impulsivi e volontari. Gli atti impulsivi, come fenomeni affini ai moti riflessi erano ritenuti affatto indifferenti dal volere, il quale era limitato solamente agli atti arbitrari e di scelta. Siccome poi si trascurava interamente la derivazione dell'atto di volere dall'emozione, si venne alla strana opinione che il volere sia un processo che si presenta, è vero, insieme a motivi, che come vedremo, lo determinano, ma che è da questo indipendente, sia cioè il prodotto di una facoltà

moti riflessi
atti impulsivi
atti volitivi

di volere metafisica, definita la "facoltà di scelta dell'anima" la quale dà la preferenza a uno dei diversi motivi che agiscono sull'anima. In tal guisa la vecchia psicologia invece di derivare il risultato finale del processo di volere, l'atto volitivo, dalle precedenti condizioni psichiche, usava di tale atto per foggiarsi un concetto generale chiamato volontà, concetto che nel senso della teoria della facoltà, era considerato come una causa prima dalla quale dovevano sorgere tutti gli atti di volere.

Schopenhauer e dopo di lui alcuni moderni psicologi e filosofi spiegavano il processo di volere come un processo "incosciente" di cui il risultato soltanto, l'atto di volere, sarebbe un processo psichico cosciente. Tale affermazione era dovuta all'insufficiente osservazione del processo di volere che precede l'atto e dal concetto di una sola volontà incosciente si giungeva allo stesso risultato psicologico che nelle vecchie teorie, cioè ad un concetto generico, cui falsamente era dato il significato di una causa generale.

Per altre scuole, che vigono pure oggidì, causa degli atti volitivi sono ritenuti processi fisici di eccitazione che avvengono entro il sistema nervoso. In tal guisa la questione della causalità della volontà, siccome dalla teoria precedente è relegata fuori dalla psicologia nella metafisica, così da queste teorie è riposta fuori della psicologia nella fisiologia. Questa segue la dottrina della metafisica materialistica, secondo la quale i così detti processi psichici si devono spiegare dai materiali. Noi però in psicologia, come scienza empirica, dobbiamo indagare i fattori costitutivi dei processi psichici così come si offrono all'esperienza immediata e non considerare la connessione di questi processi

da punti di vista che siano ad essa stessa estranei.

Noi possiamo conoscere come decorra un processo di volere soltanto seguendolo nella esperienza immediata, dove non ci è dato come un concetto astratto bensì come un atto di volere concreto, del quale sappiamo solo qualcosa, in quanto esso è un processo che si fa conoscere immediatamente, e non un processo inconscio, oppure un processo materiale che non è avvertito direttamente, ma è solo ipoteticamente ammesso in base a presupposti metafisici. Tali teorie metafisiche non sono dovute che ad una deficiente o ad una assoluta mancanza di osservazione psicologica. Chi poi di tutto il processo di volere osserva solo la fine, cioè l'atto esterno, può facilmente venire alla conclusione, che la causa prossima dell'atto di volere sia un agente incosciente, materiale o immateriale.

Volendo pertanto studiare gli atti volitivi, dobbiamo seguirli nel loro svolgimento e analizzarli minutamente restando strettamente nel campo psicologico, non lasciandoci guidare da motivi etici o religiosi.

Facendo l'analisi delle emozioni troviamo che presentando esse una forma di decorso sentimentale in sè connessa di natura unitaria, possono avere un doppio esito. O questo dà luogo al solito decorso sentimentale, variante e relativamente libero da emozioni e allora tali moti d'animo, che si svolgono senza un risultato finale, costituiscono le emozioni propriamente dette, di cui abbiamo trattato nel capitolo precedente. O il processo passa in un'improvvisa mutazione

del contenuto rappresentativo e sentimentale, la quale istantaneamente pone fine all'emozione. Tali mutazioni dello stato rappresentativo e sentimentale diciamo atti di volere. Essi pur preparati da emozioni, a queste improvvisamente danno fine. L'emozione stessa unitamente a tale effetto ultimo, da essa proveniente, è un processo di volere.

La figura 188 rappresenta il decorso di un processo di volere che possiamo illustrare con un esempio. Tenendo conto che i processi di volere, come i sentimenti e le emozioni, si svolgono in tre direzioni, abbiamo che,

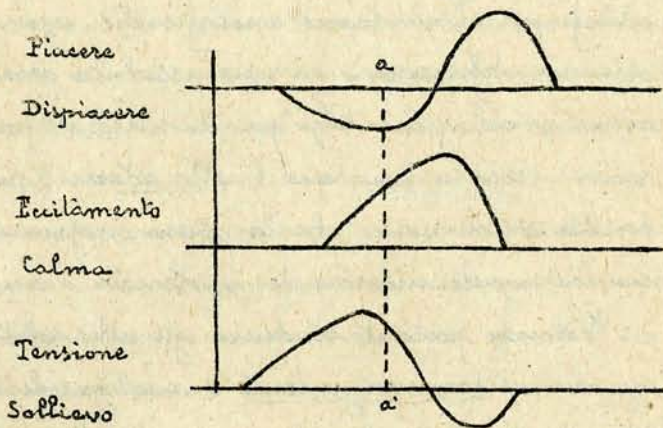



Fig. 188 - Decorso di un processo volitivo -

vedendo un oggetto che dà dispiacere, si sviluppa in noi un'emozione. In questa oltre il dispiacere troviamo pure tensione ed eccitamento. Nel momento però che ci decidiamo ad allontanare l'oggetto seccante, cambia (a, a'), insieme al decorso rappresentativo, l'intero stato emotivo, cioè da dispiacere in piacere, da tensione in sollievo, da eccitamento in calma.

Pertanto il processo volitivo si riattacca, come processo di più alto grado, all'emozione, alla stessa guisa che questa

al sentimento: ma di questo processo l'atto volitivo designa solo una determinata parte, che è senza dubbio caratteristica per distinguerlo dalla emozione. Lo svolgimento dei processi volitivi dalle emozioni è preparato da quelle emozioni, nelle quali sorgono movimenti pantomimici. Questi generalmente appartengono allo stadio finale del processo e per lo più affrettano lo scioglimento della emozione; così in modo speciale nell'ira, ma anche nella gioia e nel cordoglio, ecc. Mancano però ancora le variazioni nel decorso rappresentativo, le quali nel volere costituiscono le cause immediate dell'istantaneo cessare dello stato affettivo e sono corrispondentemente accompagnate da sentimenti caratteristici.

Per la stretta connessione fra gli atti di volere e gli effetti pantomimici dell'emozione noi dobbiamo, nello sviluppo dei processi volitivi, considerare come originari, quegli atti che si risolvono in certi movimenti corporei; atti che hanno la loro origine nell'antecedente corso di rappresentazioni e sentimenti: atti di volere <u>esterni</u>. Invece i processi di volere, che si risolvono solo in pure manifestazioni rappresentative e sentimentali, generalmente sembrano essere i prodotti di un completo sviluppo intellettuale: <u>atti volitivi interni</u>. Un processo di volere, che si esplica in un atto volitivo <u>esterno</u>, si può quindi definire come un'emozione risolventesi in un movimento pantomimico, il quale, non solo, come tutti i movimenti pantomimici, caratterizza il carattere dell'emozione, ma di più <u>produce</u> – ed in ciò sta il suo volere speciale – <u>effetti esterni</u>, <u>che paga</u>.

ne fino all'emozione stessa. Ma un tal effetto non è possibile per tutte le emozioni, bensì solo per quelle, nelle quali il corso di sentimenti onde sono composte, produce per sè stesso sentimenti e rappresentazioni, che sono adatte per rimuovere il precedente eccitamento emotivo. E ciò si esplica specialmente, quando il risultato finale dell'emozione è direttamente opposto ai sentimenti che lo precedettero. Quindi la condizione psicologica, primitiva e fondamentale degli atti volitivi sta nel contrasto dei sentimenti; e probabilmente l'origine di primitivi processi di volere, si ritrova sempre in sentimenti di dispiaceri, che determinano reazioni esterne di movimento come effetti delle quali sorgono sentimenti contrastanti di piacere. Processi volitivi elementari di una tale natura sono per l'appunto il prendere cibo per acquetare la fame, il lottare contro nemici per soddisfare il sentimento della vendetta e altre simili azioni. Le emozioni, che sorgono da sentimenti sensoriali, non meno delle diffusissime emozioni sociali, quali, amore, odio, ira, vendetta, ecc sono per tale guisa le primitive sorgenti del volere, comuni così agli uomini come agli animali. Il processo volitivo si distingue quindi dall'emozione, solo perchè ad essa è immediatamente annessa un'azione esterna, che nel suo applicarsi sveglia sentimenti, i quali per il contrasto con quelli contenuti nell'emozione, danno fine all'emozione stessa. L'apparire di un atto volitivo può o direttamente o – e questo è forse sempre il modo primitivo – indirettamente, attraverso un'emozione di contenuto sentimentale contrastante, ricondurre al corso

dei sentimenti normale e tranquillo.

Quanto più ricchi vengono costituendosi i contenuti rappresentativi e sentimentali, e quanto più con quelli si fa numerosa la varietà delle emozioni, tanto più si estende il campo dei processi di volere. Non si dà infatti nè sentimento nè emozione, che in qualche modo non potrebbe preparare un atto volitivo o almeno contribuire a prepararlo. Quantunque il processo di volere si presenti come la forma più complessa dei moti d'animo, la quale come suoi elementi presuppone sentimenti ed emozioni, non si deve però dimenticare, che si danno continuamente sentimenti, i quali non si collegano ad emozioni ed emozioni, le quali non si risolvono in atti di volere, ma che nell'intera connessione dei processi psichici quei tre gradi sono condizioni gli uni degli altri. Tali processi costituiscono le parti di un unico processo, il quale, solo come processo di volere, raggiunge la sua completa esplicazione. Così si può considerare il sentimento come il principio di un processo volitivo, il volere all'opposto come un processo sentimentale composto, e l'emozione come un passaggio fra i due.

Tre gradi: sentimento, emozione, volere

Nell'emozione, che si risolve in un atto di volere, di solito i singoli sentimenti non hanno mai un valore concorde ed eguale, ma alcuni di essi, insieme alle rappresentazioni a loro legate, si levano sugli altri, come preponderanti nella preparazione dell'atto volitivo. Queste combinazioni di rappresentazioni e sentimenti che nel processo volitivo preparano immediatamente l'azione, sono detti motivi del volere. In ogni motivo noi possiamo distinguere una parte rappresentativa ed una parte

parte rappresentativa ragione determinante

parte sentimentale forza impellente

sentimentale. La prima diciamo ragione determinante, la seconda forza impellente. Se un animale di rapina afferra la sua preda, la ragione determinante dell'atto è l'averla veduta, la forza impellente può essere il sentimento spiacevole della fame, oppure l'odio di specie suscitato da quella vista. Le ragioni determinanti di un assassinio possono essere state l'appropriazione dei beni altrui, ecc.; le forze impellenti, sentimenti di indigenza, odio, vendetta, invidia, ecc.

Quando le emozioni sono di natura complessa, sono pure tali le ragioni determinanti e le forze impellenti, tanto che per l'agente diventa difficile il decidere quale sia il motivo prevalente. Questo si connette al fatto, che le forze impellenti dell'atto di volere, alla stessa guisa degli elementi di un sentimento composto, sono collegate in un tutto organico e si subordinano ad una impressione come ad elemento predominante; nel qual caso i sentimenti di direzione affine rinforzano e affrettano l'effetto, i sentimenti di direzione opposta invece lo indeboliscono. Nelle composizioni di rappresentazioni e sentimenti, che noi diciamo motivi, spetta solo a sentimenti, come forze impellenti, l'importanza decisiva nella preparazione degli atti volitivi. E ciò perchè i sentimenti sono per sè stessi parti integranti dei processi di volere, mentre le rappresentazioni possono influire solo indirettamente, cioè per essere unite a sentimenti.

Nella combinazione di una varietà di motivi, cioè di rappresentazioni e sentimenti, i quali in un decorso di emozio-

ni più complesso si presentano come decisivi pel compimento di un'azione, sta la condizione essenziale, da un lato per lo sviluppo del volere, dall'altro per la distinzione delle singole forme di atti volitivi.

Il caso più semplice di un processo di volere ci si presenta quando entro una data emozione un unico sentimento con rappresentazione concomitante si fa motivo e pone fine al processo con un atto esterno ad esso corrispondente. Tali processi di volere determinati da un unico motivo possiamo dire processi di volere semplici. I movimenti, che chiudono questi processi sono indicati col nome di azioni impulsive. Per una azione impulsiva noi intendiamo un'azione di volere semplice, cioè che è determinata da un solo motivo. Essa, astraendo dalla circostanza che può presentarsi anche insieme a processi di volere più complessi è necessariamente il punto di partenza per lo sviluppo di tutti gli atti di volere. Di più, in generale sono appunto gli originari atti impulsivi quelli che nascono da semplici sentimenti sensoriali. In questo senso la maggior parte delle azioni degli animali sono atti impulsivi, ma anche nell'uomo continuano a sussistere tali azioni e in seguito a semplici emozioni sensoriali e come prodotti delle abitudini, con cui si compiono azioni di volere originariamente determinate da motivi complessi.

motivo

Quando in un'emozione una pluralità di sentimenti e di rappresentazioni cerca di trasformarsi in atti esterni e queste parti del decorso emozionale, fatte motivi, tendono ad effetti

ultimi diversi, siano essi affini, siano opposti, allora dall'atto di volere semplice si passa all'<u>atto di volere composto</u> e questo noi diremo anche <u>atto arbitrario</u> per distinguerlo dall'<u>atto impulsivo</u>, che lo precede in ordine lo sviluppo.

Gli atti arbitrari hanno in comune cogli impulsivi la proprietà di sorgere decisamente da <u>un</u> motivo o da un complesso di motivi agenti <u>in un solo senso</u>, e fusi in una <u>forza</u> totale; ma se ne distinguono per ciò che in essi il motivo determinante si è elevato come predominante su di una quantità di motivi, che sussistono gli uni accanto agli altri, diversi e fra loro in an<u>tagonis</u>mo. Quando una <u>lotta</u> tra questi motivi antagonistici precede l'azione in modo distintamente percettibile, noi diciamo un tale atto, <u>atto di scelta</u>, e il processo che lo precede un <u>processo di scelta</u>. Il fatto che un motivo si fa predominante sugli altri, che sono dati contemporaneamente con quello, può solo spiegarsi mediante la presupposizione di una lotta fra i motivi, lotta che noi percepiamo ora distintamente, ora indistintamente, ora per nulla affatto. Solo nel primo di questi casi noi parliamo di un vero atto di scelta. Lo stato psichico dei soliti atti arbitrari si avvicina spesso a quello degli atti impulsivi mentre per gli atti di scelta propriamenti detti se ne può riconoscere distintamente la differenza.

I disegni della fig 189 illustrano i tre processi che abbiamo studiato: il primo (A) il processo impulsivo, il secondo (B) il processo arbitrario e il terzo (C) quello di scelta. In tutti e tre i disegni il cerchio maggiore rappresenta l'intero campo della

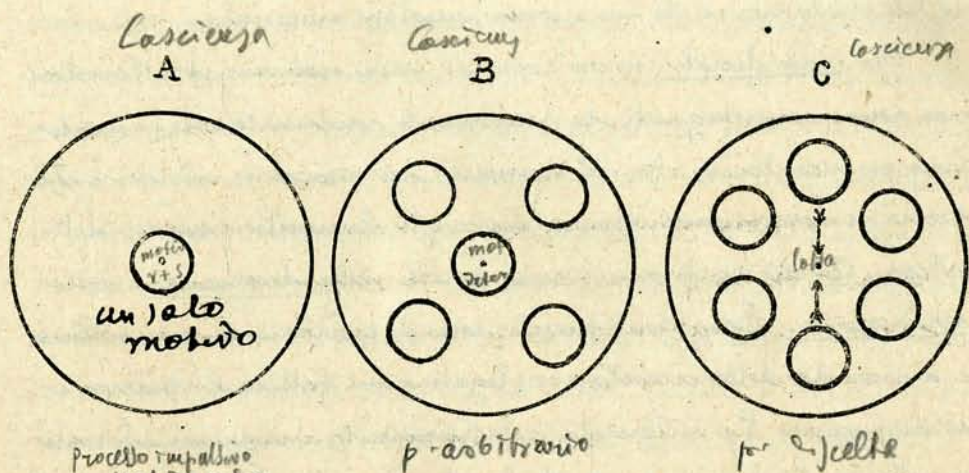



Fig. 189 - Schema simbolico degli atti impulsivi (A) arbitrari (B) e di scelta (C)

coscienza, mentre i piccoli cerchi significano una rappresentazione coi rispettivi sentimenti, cioè un motivo. Il cerchio posto nel centro, significa simbolicamente il motivo che determina l'azione volitiva. Nel terzo disegno (C) le piccole freccie indicano i due motivi tra i quali esiste una lotta, vale a dire, tra cui bisogna scegliere.

Negli atti liberi diciamo decisione quel processo psichico, per cui più o meno improvvisamente si fa prevalente il motivo determinante, processo che immediatamente precede l'atto. Negli atti di scelta, questo processo diciamo risoluzione. La decisione va riferita solo alla distinzione del motivo predominante dagli altri, la risoluzione invece indica che il processo viene considerato come un prodotto di più premesse vale a dire come un prodotto della conclusione.

Gli st.di iniziali di un processo di volere non si distinguo

no in modo sicuro da un decorso emotivo normale.

Gli stadi finali invece sono di una natura caratteristica, cioè sono accompagnati da sentimenti concomitanti, i quali non si incontrano che nel dominio dei processi volitivi e che perciò si devono considerare come gli elementi proprii del volere. Questi sentimenti sono quelli della decisione e della risoluzione. Essi sentimenti sono di eccitazione e di sollievo, e, a seconda delle circostanze, legati a un fattore di piacere e di dispiacere. La intensità relativamente maggiore del sentimento di risoluzione va attribuita al contrasto del sentimento stesso col sentimento del dubbio che lo precede e che accompagna l'ondeggiare fra due motivi. In contrapposizione a questo sentimento del dubbio, quello del sollievo acquista una più alta intensità. All'apparire dell'atto volitivo i sentimenti della decisione e della risoluzione sono sostituiti da quello di attività, il quale per gli atti volitivi esterni ha il suo sostrato sensibile nelle sensazioni di tensione accompagnanti il movimento. Il sentimento di attività, è di natura spiccatamente eccitante ed a seconda dei vari motivi, è accompagnata da sentimenti di piacere o di dispiacere, i quali a loro volta nel decorso dell'atto possono mutare e gli uni prendere il posto degli altri. Come sentimento totale, il sentimento di attività è un processo crescente e decrescente nel tempo, il quale si stende per tutto il corso dell'azione e col finire di questa passa nei sentimenti di soddisfazione, contentezza, delusione, ecc. come pure nei sentimenti ed emozioni diversi, legati alla speciale riuscita dell'azione.

Considerando il decorso che si presenta degli atti arbitrari e di scelta, come un atto di volere completo, noi distingueremo gli atti impulsivi essenzialmente dal mancare in essi i sentimenti preparatori della decisione e della risoluzione, perchè il sentimento che è legato al motivo, passa direttamente in quello dell'attività, e poi nei sentimenti che corrispondono all'effetto dell'azione.

Al passaggio degli atti di volere da semplici in complessi si collega una serie di ulteriori mutazioni, che sono di una grande importanza per lo sviluppo del volere. La prima di queste mutazioni consiste in ciò che le emozioni, dalle quali sorgono i processi di volere, vanno sempre più decrescendo a causa dell'azione contraria di sentimenti diversi che si inibiscono a vicenda, cosicchè alla fine i processi di volere possono nascere da un decorso sentimentale apparentemente libero di emozioni sebbene di fatto non vi sia mai mancanza di queste. Il motivo che conduce alla decisione o risoluzione va sempre unito, sino ad un certo grado, ad una eccitazione emotiva, ma questa può essere così debole e passeggiera da essere da noi facilmente trascurata. Questo indebolimento delle emozioni è principalmente prodotto da quelle combinazioni di processi psichici, che noi assegniamo allo sviluppo intellettuale. I processi intellettuali non possono mai distruggere le emozioni; esse sono invece spesse volte sorgenti di nuovi e diversi eccitamenti emotivi. Senza dubbio lo sviluppo intellettuale ha un'azione moderatrice sulle emozioni e specialmente su quelle che preparano gli atti di volere, in tutti quei casi nei quali en-

trano motivi intellettuali.

Può darsi che questa azione moderatrice dipenda in parte dalla reciproca compensazione dei sentimenti, che si ha nel maggior numero delle emozioni e in parte dal lento sviluppo dei motivi intellettuali, poichè generalmente le emozioni sono tanto più forti, quanto più rapidamente crescono i sentimenti onde sono composte.

A quanto si è detto sopra si connette anche una seconda variazione, ed è che in questo caso, l'atto volitivo che chiude il processo di volere, non è un movimento esterno, ma l'effetto che annulla l'emozione eccitante, è esso stesso un processo psichico, il quale non si rivela immediatamente per mezzo di sintomi esterni. Tali effetti che non possono essere avvertiti esteriormente, diciamo <u>atti di volere interni</u>.

La trasformazione degli atti di volere da esterni in interni è così legata allo sviluppo intellettuale, che per una gran parte la natura dei processi intellettuali trova la sua spiegazione nella partecipazione di processi di volere al decorso delle rappresentazioni. L'atto, che chiude il processo di volere consiste quindi in una modificazione di quel decorso rappresentativo, la quale si annette ai motivi passati in seguito ad una avvenuta decisione o risoluzione. I sentimenti che accompagnano questi atti, come pure il sentimento di attività, collegato all'avvenuta modificazione, concordano in tutto con quello che si osservano negli atti di volere esterni, così si hanno pure sentimenti più o meno pronunciati di soddisfazione, cor-

rispondenti al cessare delle precedenti tensioni emotive e sentimentali. Il carattere quindi che differenzia questi processi di volere legati allo sviluppo intellettuale dagli atti di volere primitivi, consiste in questo che l'effetto ultimo del volere non si estrinseca in un movimento corporeo esteriore.

Nondimeno anche un atto di volere interno può sempre dare origine in seguito ad un movimento corporeo e precisamente quando la risoluzione presa ha di mira un atto esterno, che si deve compiere in un tempo posteriore. Ma allora questo atto è determinato da un secondo processo di volere, il quale, benchè derivante dall'antecedente atto di volere interno, deve venire considerato come un processo nuovo, diverso dal primo. Per es. il prendere una decisione per un'azione futura, che si deve compiere sotto certe condizioni non ancora avveratisi, è un atto di volere interno; il posteriore compimento dell'azione è un atto esterno, diverso dal primo; ma che naturalmente presuppone il primo per il suo avverarsi. Cosicchè in questo caso si può parlare di un tutto in sè connesso comprendente <u>due</u> processi di volere.

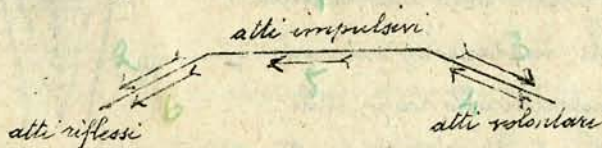
Alle due suesposte modificazioni collegate collo sviluppo del volere, l'affievolimento delle emozioni e l'affermazione indipendente degli atti di volere interni, le quali sono di natura progressiva, si contrappone un terzo processo, come forma di evoluzione <u>regressiva</u>. Tosto che processi di volere composti aventi un medesimo contenuto di motivi, si ripetono più spesso, la lotta dei motivi si attenua; i motivi rimasti soccombenti nei processi anteriori si presentano al ripetersi dell'atto sempre più

debole e da ultimo spariscono affatto. E allora l'azione composta si trasforma in una azione semplice o impulsiva. Quindi non si hanno solo azioni impulsive nel campo delle sensazioni, ma anche in quelli dei fenomeni intellettuali, morali ed estetici, ecc.

Questa trasformazione regressiva costituisce nello stesso tempo una parte del processo, che riunisce tutti gli atti esteriori di di un essere vivente, così gli atti di volere come i movimenti automatici riflessi. Imperocchè anche nell'azione impulsiva continuano il ripetersi abituale degli atti, il motivo determinante diventa sempre più debole. Lo stimolo esterno che in origine suscitava una rappresentazione ricca di sentimenti, avente forza di motivo determina l'azione prima ancora che esso possa essere appreso come rappresentazione. Si ha così che il movimento impulsivo passa finalmente in un movimento automatico. Ma quanto più di frequente si ripete questo processo, tanto più facilmente può avvenire il movimento automatico, senza che sia neppure sentito lo stimolo, allora il movimento appare come un puro riflesso fisiologico dello stimolo e il processo di volere è divenuto un processo riflesso.

Questa graduale trasformazione dei processi in atti meccanici (meccanizzazione), che consiste nell'eliminazione di tutte le parti psichiche del decorso dei processi, può avvenire tanto nei movimenti impulsivi originari, quanto in molti atti arbitrari. Quindi non appare inverosimile che i movimenti riflessi degli animali e dell'uomo abbiano per l'appunto que-

sta origine. In favore di questa supposizione sta poi ancora da un lato, il carattere di finalità dei riflessi, il quale prova la presenza in origine di rappresentazioni degli scopi, le quali agirono come motivi; dall'altro lato il fatto che i movimenti degli animali inferiori sono manifestamente atti di volere semplici e non riflessi. Sotto questo rispetto non trova ragione di esistere l'ipotesi in senso inverso, cioè l'evoluzione dagli atti riflessi alle azioni di volere. Inoltre da questo punto di vista si spiega pure nel modo più semplice il fatto che i movimenti espressivi dell'emozione possono appartenere a ciascuna di queste forme degli atti esterni. I movimenti più semplici sono in origine atti impulsivi, i movimenti pantomimici più complessi invece erano un tempo atti liberi, i quali si trasformarono dapprima in movimenti impulsivi e poi persino in movimento riflessi. I fenomeni studiati, inoltre, costringono all'ipotesi che, durante lo sviluppo individuale per la trasmissione dei caratteri acquisiti, certi atti in origine volontari, per i discendenti tardi sono sin dal principio movimenti impulsivi e riflessi.

Pertanto si può riassumere tutto quanto si è esposto sopra nel diagramma seguente

Gli atti impulsivi sono i primi a sorgere nell'individuo e danno origine agli atti riflessi ed agli atti volontari. A loro volta però gli atti volontari possono diventare atti impulsivi e poscia

atti riflessi.

∗ ∗ ∗

I movimenti riflessi, cioè quei movimenti dell'individuo meccanizzati, conformi allo scopo, si possono dimostrare sperimentalmente operando sulla rana. Questo è un animale a sangue freddo, il cui sistema nervoso e muscolare nella sua disposizione somiglia a quello umano. In essa abbiamo il cervello anteriore (i due emisferi), il cervello medio (due corpi bigemini), il cervelletto appena abbozzato, il midollo allungato, il midollo spinale, disposti su di una sola linea retta (fig. 190) per cui le varie parti possono facilmente essere amputate.

Ora se si asportano i due emisferi cerebrali, l'animale è ancora capace di vivere per molto tempo, ma non compie più nessun movimento volontario. Restano però inalterati i movimenti riflessi e gli automatici. Basta, infatti, toccarla in qualche parte perchè la rana salti, e non solo i movimenti riflessi sono tali, ma ancora essi sono coordinati, conformi allo scopo, utili, uguali a quelli che l'animale farebbe in condizioni normali, tanto da non distinguersi dai volitivi. Se si fa un taglio in modo da asportare il centro

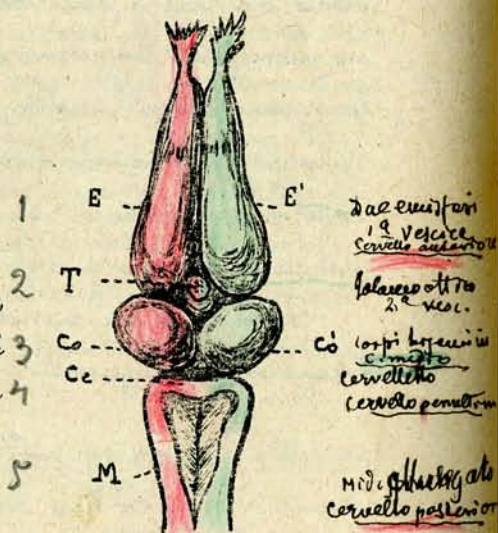



Fig. 190_ Cervello della rana.
EE'_ Emisferi; T_ Talamo ottico; Co_ corpi bigemini; Ce_ cervelletto (appena abbozzato); M _ Midollo allungato-

della respirazione (quarto ventricolo), cessa il respiro, ma poichè resta intatto il centro dei riflessi cioè il midollo spinale, eccitando gli organi periferici della pelle (ad es. con dell'acido acetico) si hanno ancora i movimenti riflessi coordinati. Ma se si distrugge il midollo spinale, l'animale non è più capace di muoversi. Si noti però che anche in questo caso la rana, come corpo, non è ancora morto (come individuo sì, fin dal movimento dell'ablazione dei due emisferi cerebrali), tanto che se si eccitano direttamente i grandi nervi della muscolatura degli arti, i muscoli si contraggono, come ancora si contraggono quando, staccati dal corpo, siano in qualche modo eccitati. Nell'uomo si verifica la stessa cosa quantunque per esso non sia possibile l'esperimento condotto nei modi usati per la rana, si può tuttavia procedere ad una osservazione similare in certi casi patologici.

motivo ↓
Libero volere • • Libero agire

Prima di passare oltre occorre sgombrare il campo da una confusione che molto spesso si fa fra <u>libero volere</u> e <u>libero agire.</u> <u>Se la volontà non è libera, in quanto essa è sempre determinata dal motivo</u>, <u>non così è dell'agire, tanto che alle volte noi ci sentiamo veramente liberi nell'azione</u>. Ma la denominazione di libero agire non vuol dire che esista in noi una forza astratta, indipendente, che comanda; essa significa soltanto questo, che cioè <u>noi possiamo agire veramente secondo il motivo.</u> Considerato a questa stregua, anche il dovere Kantiano diven-

la sua motivo (1).

Orbene se è possibile agire liberamente, cioè secondo la propria convinzione (causalità del carattere), tale azione libera, corrispondente al motivo che occupa la nostra coscienza, è tutt'altro che facile, in quanto essa azione è ostacolata da mille impedimenti (2). Solo i grandi caratteri riescono a comportarsi così da dare, in ogni singolo caso della loro vita, alle loro azioni la natura di azioni veramente libere, conformi cioè alla loro convinzione, e ciò essi fanno magari a costo di affrontare il martirio. Cristo, Socrate, e molti altri grandi costituiscono altrettanti esempi di uomini che hanno agito secondo la propria convinzione, inesorabilmente, non derogandovi per nulla, nonostante i pericoli che la loro condotta loro apprestava. Ma nella vita comune troppi sono gli impedimenti a quest'azione libera, costituiti dalla fede religiosa, dalla legislazione dello Stato cui l'individuo appartiene, dalle cosidette convenienze sociali, dalla cosidetta opinione dominante, e quindi pochissimi sono quelli che osano porsi, come si suol dire, contro il loro tempo e il modo comune di pensare, perchè appunto questa opposizione difficilmente è scevra da pericoli non lievi. L'esem-

---

(1) È compito dell'educatore il cercare di sviluppare negli individui dei motivi, che siano conformi ai principii di vita morale e sociale stabiliti dalle scienze normative, dalla legislazione dello Stato, ecc.

(2) Alle volte si vorrebbe agire secondo un motivo, ma nel momento stesso dell'azione si agisce diversamente perchè interviene un altro motivo. Il che è proprio delle persone di carattere debole e malfermo.

[Causalità esterna / motivazione propria / convinzione personale / secondo un ideale]

[Causalità dell'ideale propria]

pio di Socrate è significativo; il grande filosofo avrebbe potuto salvarsi mediante una ritrattazione delle idee da lui professate; ma ritrattazione ripugnava alla sua convinzione, al motivo che occupava la sua coscienza e preferì morire.

Di questi esempi la storia umana abbonda, ed essi stanno a provare che l'ideale umano da perseguirsi è quello di agire secondo le convinzioni individuali, le quali, dando origine a motivi speciali, conducono ad azioni veramente libere, e costituiscono perchè abbarrenti dalla cosidetta stasi del pensiero, dall'acquiescenza al giogo delle idee e delle credenze attuali acquisite, una potente leva per l'umano progresso

5. I tempi di reazione.

Anche per una esatta indagine psicologica del processo di volere bisogna ricorrere all'osservazione sperimentale. Siccome non possiamo ad arbitrio produrre atti volitivi di qualsiasi specie, dobbiamo limitarci all'osservazione di processi facilmente accessibili all'influenza di sussidi esterni e che si risolvano in atti esterni. Le ricerche che servono a questo scopo sono dette ricerche di reazione. Esse consistono essenzialmente in ciò: uno stimolo esterno suscita un processo di volere, al quale, dopo il decorso di determinati processi psichici, che servano in parte come motivi, il soggetto reagisce con un movimento muscolare (1)

[p.d. vol / motori / β → γ / ρ]

Però le ricerche di reazione si mostrano ancora più importanti perchè permettono, di misurare anche la rapidità di certi processi psichici e fisicopsichici. E non solo in ognuno di questi esperimenti si fanno queste misure ma ogni esperimento include un processo di volere - questa di volere prodotta dallo stimolo β

[β → ρ]

(1) Qui tra la sensazione γ e il processo di volere pel quale il soggetto reagisce con un movimento muscolare reazione ρ si fa una distinzione netta. La reazione dipenderebbe non dalla sensazione, ma dall'atto volitivo. Ci sarebbero come due processi psichici successivi:

azione dello stimolo	atto	atto volitivo	reazione di movimento
stimolo	sensazione	processo di volere motivo	movimento reazione

più intimo di esso - per cui è possibile, mediante l'osservazione soggettiva, seguire esattamente la successione dei processi psichici di un processo di volere, ed insieme variando volontariamente le condizioni, influire su di essi in modo conforme allo scopo.

Il più semplice sperimento di reazione è il seguente: dopo che per un tempo opportuno variabile da 2 a 3 minuti secondi, mediante un segnale (ad es. il suono di un campanello), si è determinato nel soggetto uno stato di tensione dell'attenzione, si fa agire su di un organo periferico uno stimolo esterno e nel momento in cui questo è avvertito, il soggetto deve compiere un dato movimento, ad es. un movimento della mano. Per le sue condizioni psicologiche questo esperimento corrisponde nella parte essenziale a un processo di volere semplice; la sensazione agisce come motivo semplice, a cui è coordinato un determinato atto. Se ora, mediante apparecchi adatti che descriveremo in seguito, si misura oggettivamente il tempo decorrente dall'azione dello stimolo al compimento del movimento di reazione, è possibile, ripetendo molte volte e nella stessa maniera l'esperimento, far presenti esattamente tutti i processi soggettivi dei quali si compone l'intero processo di reazione. Variando poi l'esperimento varia anche il decorso soggettivo del processo di volere.

Così nel semplice esperimento di reazione sopra descritto si ha una variazione, quando in vario modo si modifichi la preparazione all'atto che precede l'azione dello stimolo.

Se questa preparazione è tale che l'attesa è tutta rivolta alla sensazione come motivo e l'atto esterno segue solo quando la

sensazione è stata distintamente appresa, si ha la reazione sensoriale. Se invece l'attesa di preparazione si dirige all'atto che deve essere determinato dal motivo, cioè al movimento da farsi, si ha la reazione muscolare. Nel primo caso l'attesa, come fattore rappresentativo, contiene una pallida immagine mnemonica della sensazione già conosciuta; e questa immagine, se il tempo di preparazione dura a lungo, si presenta oscillante a volte distinta e a volte indistinta. È poi sempre presente un sentimento d'attesa, oscillante nello stesso modo e legato a sensazioni di tensione, appartenenti al corrispondente dominio sensoriale. Nel secondo caso invece il soggetto dirige la sua attenzione unicamente sull'organo che deve reagire e di cui ha pure un'immagine mnemonica pallida ed oscillante. Nel momento della stimolazione lo stato psichico di tensione viene sostituito da un forte sentimento di sorpresa, al quale segue rapidamente la reazione. Da quanto fu detto si comprende che il tempo delle due forme di reazione debbono essere diversi. Difatti il tempo di reazione sensoriale è in tutti i vari campi sensoriali notevolmente più lungo di quello della reazione muscolare. Si comprende inoltre che i tempi di reazione debbono essere diversi anche nei novi campi sensoriali. Si aggiunga che nella reazione muscolare lo stato di attesa è talvolta tanto forte che il soggetto reagisce già prima che avvenga lo stimolo. Tali reazioni sono dette reazioni premature e si intende che dei valori di esse non si deve tener conto nelle indagini. Dalle dette forme di reazione bisogna distinguere ancora la cosidetta reazione naturale, che corrisponde

Sentimento di attesa

(1) Reazioni premature sono prodotte dallo stato di attesa che fa [illegible]

(1) Sono riflessi condizionati

alla speciale disposizione psichica del soggetto e che si attiene quando il soggetto non viene invitato a dirigere la sua attenzione nè sulla sensazione nè sul movimento di reazione. I metodi per misurare i tempi di reazione ci sono pervenuti dall'astronomia, scienza che ha il compito di stabilire esattamente il momento in cui una stella passa per il meridiano del luogo ove si osserva. Il metodo adoperato per tale scopo fu per lungo tempo detto _metodo ad occhio e ad orecchio_: si osservava la rispettiva stella per mezzo di un cannocchiale in cui un filo di baco da seta si faceva coincidere col meridiano del luogo. Ad una certa posizione della stella si guardava ad un orologio e si contavano i battiti di un metronomo fino al momento in cui la stella passava per il meridiano.

Ora, nel 1795 il Direttore dell'Osservatore di Greenwich, il Maskelyne credette di aver potuto constatare, che il suo assistente Kinebrook segnalava tale passaggio attraverso il meridiano sempre troppo tardi, con errori che raggiungevano, secondo lui, persino un mezzo minuto secondo. Il Maskelyne congedò il suo assistente e pubblicò il fatto nel giornale del suo Osservatorio. Questa pubblicazione fece grande impressione, specialmente sul celebre astronomo Bessel di Amburgo, il quale si mise a studiare il fenomeno a fondo. Durante le sue ricerche il Bessel fu condotto alla conclusione che non vi sono due persone dalle quali si ottengono i medesimi tempi, vale a dire, che vi esistano veramente delle differenze individuali, delle quali bisogna tenere conto. Tali differenze furono da lui dette _equazione personale_.

I metodi, che si usano oggidì nei Laboratori di Psicologia

per stabilire esattamente i tempi di reazione, sono due: il metodo grafico e il metodo cronoscopico. Di questi due metodi il primo è più esatto, mentre il secondo è più comodo.

Il metodo grafico è il seguente: si registra il tempo sopra una carta affumicata di un cilindro rotante per mezzo di un diapason di un determinato numero di vibrazioni (ad es. di 500 vibrazioni). L'unità di misura per tali tempi è il σ, che è uguale ad $\frac{1}{1000}$ di minuto secondo. Quindi se il diapason fa 500 vibrazioni al minuto secondo, ad ogni singola onda corrisponderà un tempo eguale a $\frac{1}{500}$ di minuto secondo e alla metà di essa un tempo eguale ad $\frac{1}{1000}$ di minuto secondo. Dividendo ancora questo tratto, diciamo in dieci parti uguali, ognuna di queste corrisponderà ad un tempo uguale ad $\frac{1}{10.000}$ di minuto secondo. Si comprende senz'altro che in tal modo si possono misurare tempi brevissimi. Lavorando con il metodo grafico si registra il momento dell'applicazione dello stimolo, sopra le vibrazioni del diapason, per mezzo di un segnale di Deprez, ed il momento della reazione, da parte del soggetto, sotto la linea delle vibrazioni, con un altro segnale di Deprez (fig. 191)(1). Contando le vibrazioni che stanno

Fig. 191 - Schema di una esperienza sui tempi di reazione, secondo il metodo grafico -
A - linea che segna il tempo; B - linea che segna il momento dello stimolo (a); C - la linea che segna il momento della reazione (b); c, c' - tempo trascorso fra i due momenti: dello stimolo e della reazione.

(1) Si comprende che in certe circostanze si possono registrare, le due linee anche in un altro modo, ad es. usando un solo segnale di Deprez, col quale si indica, coll'abbassarsi della penna, l'applicazione dello stimolo e coll'innalzarsi di essa, il momento della reazione.

fra il primo ed il secondo segno (a, b) si ottiene facilmente il tempo trascorso tra stimolo e reazione, cioè il tempo di reazione. Come fu già detto, questo metodo è molto esatto ed ha inoltre il vantaggio che le curve si possono conservare, ma ha l'inconveniente che bisogna contare, muniti di una lente davanti all'occhio, le singole oscillazioni. Siccome il numero delle singole esperienze è talvolta grande (100 e più), si comprende senz'altro che per stanchezza possono entrarvi errori soggettivi, e che in tal modo si perde molto tempo.

Assai più comodo, ed eziandio sufficientemente esatto è il metodo cronoscopico. Si dice "metodo cronoscopico" appunto perchè la ricerca viene fatta, in questo caso, per mezzo di un orologio, inventato dal meccanico svizzero Hipp, e che si dice perciò cronoscopio di Hipp. Questo apparecchio è un orologio a peso con due quadranti (fig. 192), ognuno dei quali è diviso in cento parti uguali e davanti ai quali corre una sola lancetta. Le lancette si mettono in movimento al momento preciso dell'applicazione dello stimolo e si fermano nel momento preciso in cui il soggetto reagisce. Siccome la lancetta del quadrante superiore compie un intero giro in un decimo di minuto secondo e quello del quadrante inferiore termina il suo giro in dieci minuti secondi,

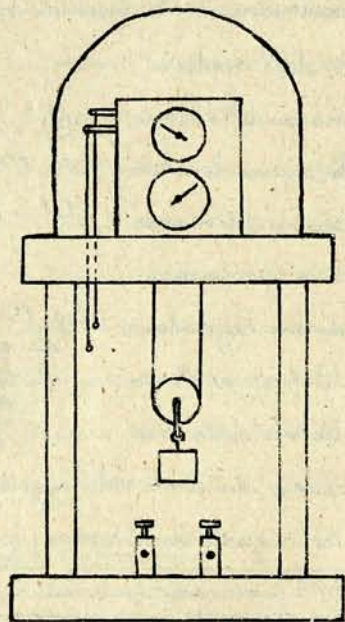



Fig. 192. Cronoscopio di Hipp.

si comprende che ad ogni divisione del quadrante superiore corrisponde un tempo uguale ad $\frac{1}{1000}$ di minuto secondo, cioè ad un σ, e ad ogni divisione del quadrante inferiore corrisponde un tempo uguale ad $\frac{1}{10}$ di minuto secondo, cioè a 10 σ. Per l'uso di tale apparecchio occorre una corrente elettrica costante e non molto intensa, che lo metta in communicazione cogli altri apparecchi necessari per l'indagine (apparecchio per l'applicazione dello stimolo, resistenze elettriche, apparecchio di controllo, tasto di reazione). Il miglior modo di lavorare col cronoscopio di Hipp è quello di disporre i rispettivi strumenti in due stanze separate l'una dall'altra in maniera che nella stanza, in cui si trova il soggetto, non vi sia altro che il tasto di reazione e l'apparecchio stimolatore, mentre tutti gli altri apparecchi sono disposti nella stanza dello sperimentatore. Le due stanze debbono essere distanti l'una dall'altra, appunto perchè il soggetto non venga disturbato da alcun altro stimolo perturbatore. Per determinare i tempi di reazione lo sperimentatore legge la posizione delle lancette dell'orologio prima e dopo la reazione, facendone poi la differenza; questa indica appunto il tempo di reazione. Ad es., la posizione della lancetta inferiore, segni prima della reazione 67 σ e quella della superiore 85 σ, e poscia dopo la reazione, segnino, rispettivamente, la lancetta inferiore, 70 σ e quella superiore 15 σ, allora si avrà 7015 − 6785 = 230 σ, che sarebbe il tempo di reazione. Si comprende senz'altro che questo metodo cronoscopico è assai più comodo di quello grafico. Si avverta però, che l'apparecchio deve essere continuamente controllato, affinchè non en-

trano errori nella ricerca. I particolari di tale metodo s'imparano in laboratorio. Si noti che per l'applicazione dei vari stimoli occorrono apparecchi speciali che il Prof. Kiesow fa vedere durante la lezione.

La tabella seguente riporta alcuni valori di reazione naturale per tre stimoli: acustico, visivo e tattile elettrico, ottenuti su varie persone.

VALORI DI REAZIONE

	Hirsch	Donders	Hantel	Wundt	Exner	v. Kries	Auerbach	Cattell
	σ	σ	σ	σ	σ	σ	σ	σ
Stimolo acustico	149	180	150	167	136	120	122	125
" visivo	200	188	224	222	150	193	191	150
" tattile elettrico	182	154	154	201	133	117	146	—

In questa tabella si scorge facilmente quanto disse già il Bessel, cioè che vi sono differenze personali rispetto ai tempi di reazione. Ma confrontando i tempi con maggior attenzione, si vede pure che i vari soggetti appartengono a tipi diversi, cioè vi sono persone in cui i tempi sono molto brevi, altre con tempi relativamente lunghi ed altri ancora i cui tempi stanno fra i due. I tempi brevi corrispondono di più a quelli che si ottengono nella reazione muscolare, mentre i tempi più lunghi rassomigliano a quelli della reazione sensoriale. Vi sono quindi vari tipi e tenendo conto dei tempi registrati nella tabella si può parlare di un tipo _rapido_, di un tipo _lento_ e di tipo _misto_. Ogni individuo appartiene ad un dato tipo. Sono fatti

che si verificano continuamente nella vita comune, tanto che, osservando bene le varie persone, si osserva abbastanza facilmente il tipo al quale essi appartengono. Ma per arrivare a risultati più sicuri e scientificamente valevoli, occorre stabilire esattamente, i tempi delle due forme sopra indicati, cioè i valori della reazione muscolare e di quella sensoriale. La differenza di queste due forme fu scoperta nel laboratorio del Wundt da Ludwig Lange.

In quest'altra tabella sono riportati i valori della reazione sensoriale e muscolare per vari stimoli sensoriali.

VALORI DI REAZIONE

	Reazione sensoriale			Reazione muscolare			D	Soggetto
	M. (Media aritm.)	Vm. (Variaz. media)	n. (Numero di r.)	M.	Vm.	n.	Differenza fra	
Stimolo acustico	216	21	26	127	8	24	89	N.L.
"	235	24	24	121	9	28	114	B.
"	230	33	19	124	9	27	106	L.I.
Stimolo tattile elettrico	213	25	19	105	6	25	108	N.L.
" visivo	290	28	20	172	8	24	115	L.L.
" visivo	291	39	20	182	13	25	109	G.M.

In essa M indica la media aritmetica; Vm. la variazione media; n il numero delle singole reazioni; D la differenza in σ fra la reazione sensoriale e quella muscolare. La

media (M) è, come si sa, eguale alla somma di tutti i valori divisa per il numero totale di essi. La variazione media (Vm) risulta dalla formula seguente $Vm = \frac{(M-a)+(M-b)+(M-c)+(M-d), \dots}{n}$, formola nella quale M indica volta per volta la media aritmetica ottenuta e a, b, c, d, ... rispettivamente i singoli valori, mentre n indica il numero totale delle singole esperienze. Questo valore della Vm ha un carattere importante, in quanto che esso è più alto nella reazione sensoriale e relativamente piccolo nella reazione muscolare, cosicchè dalla Vm si può già sapere se il soggetto abbia reagito piuttosto sensorialmente o muscolarmente.

Vi sono inoltre campi sensoriali in cui non è possibile (secondo il Prof. Kiesow) reagire muscolarmente, perchè la sensazione si sviluppa lentamente ed il soggetto deve in ogni caso rivolgere tutta la sua attenzione alla appercezione di essa. Tali campi sensoriali sono soprattutto il campo gustativo e quello olfattivo. La tabella, che segue, riporta i tempi di reazione, ottenuti dal Prof. Kiesow, per vari stimoli gustativi, applicati sulla punta della lingua.

Gusto - Tempi di reazione - Punta linguale -

Stimolo	M Media aritm.	Vm Variaz. media	
Sale comune	307. 66	43. 3188	
Zucchero	446. 18	32. 9956	
acido cloridrico	536. 06	75. 9072	
Chinino	1081. 94	138. 7904	

In questa tabella si notino i valori alti della media aritmetica (M) e sopratutto quelli della variazione media (Vm), che per l'acido cloridrico giunge a quasi 76σ e per il chinino a quasi 139σ. Si noti inoltre che il valore più basso fu trovato per il sale comune e a questo seguono gradatamente i valori per il dolce, per l'acido, per l'amaro. Questo fatto va precisamente d'accordo colla legge trovata già cento anni fa dallo Schirmer, cioè quando si fondono in un bicchier d'acqua contemporaneamente sostanze salate, dolci, acide ed amare, si sente bevendo questo liquido, prima il salato, poi il dolce, quindi l'acido ed infine l'amaro.

I valori delle reazioni cambiano poi coll'intensità dello stimolo, che si adopera. Questo dimostra la tabella seguente risultante pure da ricerche fatte dal Prof. Kiesow.

Stim. tattile	Reazione muscolare		Reazione sensoriale	
	M. (Media aritm.)	Vm. (Variaz. media)	M.	Vm.
Stimolo massimo	137.01	9,671	207.22	17.774
15 gr/mm.	137.17	8,857	213.11	15,997
10,5 "	143.38	10,741	211.22	16,592
6 "	156.22	10,322	223.11	18,116
3,5 "	156.82	10,554	234.79	19,427
2 "	173.12	14.530	235.92	22.769
1 "	— —	——	320.967	47.162

In essa si scorge come diminuendo lo stimolo tattile aumen-

xano i valori di reazione e con essi la V m

Sperimentando con stimoli vicini alla soglia dello stimolo si ottengono valori ancora più alti, sia nella media che nella variazione media. La tabella seguente ne riporta i valori trovati per le sensazioni uditive, visive e tattili

Soglia	M	V m.
Rumore	337	50
Luce	331	57
Tatto	327	32

Vi è pure differenza nei valori sperimentando con o senza segnale, cioè preparando il soggetto alla reazione nel modo sopra descritto, oppure prendendolo di sorpresa. Questo fenomeno è dimostrato dalla seguente tabella, risultante da studi compiuti nel campo acustico nel Laboratorio di Wundt.

	Reazione sensoriale	Reazione muscolare
senza segnale	305	188
con segnale	279	136
Differenza	26	52

Possiamo inoltre variare l'esperienza, introducendo nel momen

to del segnale, un altro stimolo che distragga il soggetto, disturbandone l'attenzione. Questo nuovo stimolo può essere adeguato o inadeguato, dare cioè origine a sensazioni parate (appartenenti allo stesso campo cui appartiene quella suscitata dallo stimolo principale) oppure disparate (appartenenti cioè a campo sensoriale diverso da quello in cui si lavora). Si avranno allora tempi diversi, a seconda del modo usato.

Si possono pure studiare i tempi di reazione in rapporto ai vari stati fisiologici dell'individuo, che può essere sano od ammalato, di mente fresca oppure stanca, ecc; ed in rapporto ancora alla introduzione nel corpo di certe sostanze, che possono variarne le condizioni fisiologiche (es: caffè, thè, alcool, cloroformio, etere, ecc.), e per conseguenza mutarne le condizioni psichiche.

Questo studio può avere un grande interesse nella pratica forense, dove si ha da trattare spessissimo con alcoolisti, morfinisti ecc.

Dal modo con cui reagisce, si può conoscere se un individuo sia normale od anormale, se reagisca si o no sotto l'influenza di dette sostanze.

Abbiamo detto che vi sono due modi di reagire: lento e rapido e che dal modo di reagire naturalmente possiamo già stabilire a quale categoria un individuo appartiene. Conosciamo inoltre le due forme della reazione sensoriale e muscolare. Aggiungiamo che il Prof Kiesow ha potuto stabilire sperimentalmente una terza forma, la cosidetta reazione indifferente, nella quale non si dirige l'attenzione nè sulla sensazione che si aspetta, nè sul movimento da farsi, ma su tutta un'altra sensazione. I valori

di questa reazione indifferente stanno tra quelli delle due altre forme. Ora i valori medi, che nei modi descritti si ottengono, non ci dicono ancora nulla su quanto succede nel soggetto durante il rispettivo processo psichico, cioè sul decorso delle singole reazioni. Per conoscere meglio questo decorso bisogna stabilire per mezzo di una curva, il profilo di una data reazione. Per ottenere tali curve si raccolgono tutti i singoli valori ottenuti, supponiamo di cento reazioni, nelle decine alle quali appartengono, e cioè si dividono per decina, ad es. dal 71 all'80, dall'81 al 90, dal 91 al 100, dal 101 al 110 e così via fino ai valori più alti ottenuti. Queste decine si dispongono su una linea d'ascissa, divisa in parti eguali, diciamo, di un cm. e su queste si erigono delle ordinate, indicanti il numero dei singoli valori appartenenti ad ogni decina. Per questi singoli tempi si adoperano unità arbitrarie, per es. un millimetro quindi, se nella decina da 71-80σ cadono due valori allora si dà alla rispettiva ordinata l'altezza di 2 mm., se nella decina da 81-90σ cadono, diciamo, 5 valori, la rispettiva ordinata avrà l'altezza di 5 mm., e ancora se nella decina da 111-120σ cadono, per es., 30 valori, la rispettiva ordinata raggiungerà l'altezza di 30 mm: e così via. Unendo poi con una linea le estremità libere delle singole ordinate, si ottiene una curva caratteristica per ogni forma di reazione. In tal modo si può anche seguire l'effetto dell'esercizio, che un dato soggetto deve fare per giungere ad una determinata forma di reazione. Perchè si comprende facilmente che, chi appartiene al tipo lento deve incontrare dif-

ficoltà per reagire muscolarmente, e chi è di tipo rapido invece incontra, per forza della sua speciale disposizione psichica, grande difficoltà per reagire sensorialmente. Le curve riportate nelle figure 193 e 194 rivelano chiaramente questi fatti. Quelle della fig. 193 furono ottenute in una persona che appartiene al tipo

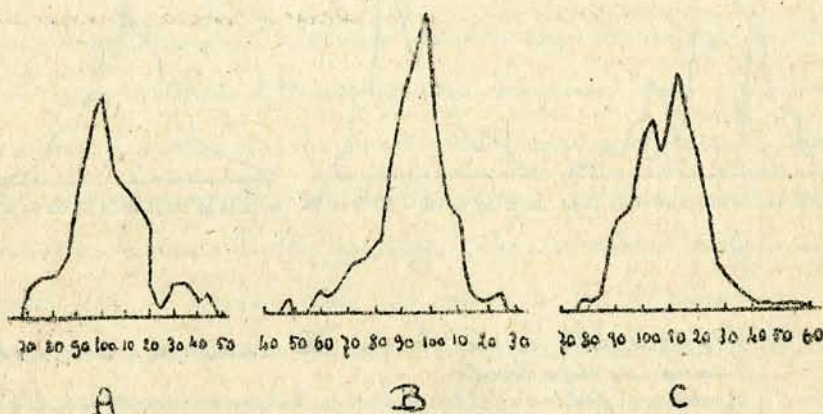



Fig. 193 - Esempio delle varie forme di reazione in un individuo di tipo rapido.
A - reazione naturale (205 reazioni); B - reazione muscolare (291 reazioni; C - reazione sensoriale (590 reazioni).

rapido; quelli della fig 194 in una di tipo lento. Nelle due figure A rappresenta il decorso della reazione naturale, B quello della reazione muscolare e C quello della reazione sensoriale. Confrontando queste due figure si vedano senz'altro le differenze dei vari decorsi dovuti alla disposizione psichica del soggetto, benchè i valori medi, siano nei tre casi presso a poco i medesimi. Le curve della fig. 193 sono caratteristiche per il tipo rapido: già la curva della reazione naturale (A) rassomiglia a quella della reazione muscolare (B) e anche la curva della reazione sensoriale (C) ricorda

quella muscolare (B). Viceversa nella fig. 194 (tipo lento) la curva della reazione naturale (A) rassomiglia a quella sensoriale (C) e anche la curva della reazione muscolare (B) ha somiglianza con quella sensoriale (C). Si notino inoltre la differenza tra le due

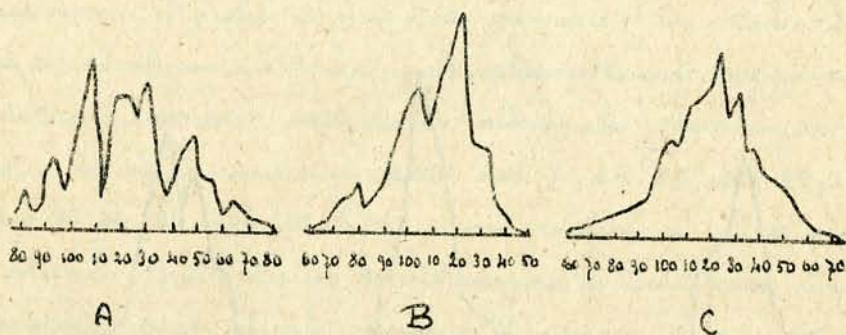



Fig. 194 - Esempio delle varie forme di reazione in un individuo di tipo lento.
A - reazione naturale (150 reazioni); B reazioni muscolare (374 reazioni; C - reazione sensoriale (1138 reazioni):

curve B delle due figure: quella del tipo rapido è di forma piramidale e questa forma è quasi perfetta, mentre la curva B del tipo lento ha tre punte, rimanendo quindi assai diversa da quella dell'altro tipo.

•

• •

Le reazioni semplici ci danno modo di studiare le reazioni più complesse, cioè le forme di reazione sensoriale e muscolare costituiscono, introducendo in esse condizioni speciali, i punti di partenza per lo studio dello sviluppo dei processi di valore in diverse direzioni.

La reazione sensoriale, potendosi in essa inserire diversi processi psichici per l'applicazione dello stimolo e il compimento della reazione, fornisce il mezzo per passare dai processi di volere semplici ai composti. Quando allo stimolo facevano seguire un atto di riconoscimento o di distinzione, che deve poi dar luogo al movimento di reazione, allora abbiamo un atto arbitrario di natura relativamente semplice. In questo caso, motivo dell'azione da compiersi non è la sensazione immediata, ma la rappresentazione che risulta dall'atto di riconoscimento o di distinzione. Essendo questo motivo uno soltanto fra i molti possibili, che avrebbero potuto agire in vece sua, il movimento di reazione ha il carattere di un movimento arbitrario. Infatti in esso si può osservare distintamente il sentimento della <u>decisione</u>, che precede l'atto di volere; nè sono meno decisamente pronunciati i sentimenti anteriori legati all'appercezione dell'impressione. Quando poi viene introdotto ancora un altro processo psichico, ad es., un'associazione che deve agire come motivo determinante all'esecuzione del movimento, ancor più spiccati appaiono quei sentimenti e nel tempo stesso diventa ancor più complicata la successione dei processi rappresentativi e sentimentali. Infine in questi esperimenti il processo arbitrario diventa processo di scelta non solo quando l'azione è in tal modo soggetta a una molteplicità di motivi, parecchi dei quali debbono succedersi prima che uno di essi determini l'azione, ma quando inoltre, fra diverse azioni possibili, <u>una</u> diventa decisiva

in con[illegible]ità dei motivi presenti. Questo avviene quando il soggetto è preparato a diversi movimenti di reazione, ad es., a un movimento colla mano destra o sinistra, oppure con una qualsiasi delle dieci dita, ma deve compiere ogni singolo movimento solo quando agisce un'impressione di una certa qualità, che, per un singolo movimento stabilito, valga di motivo: ad es. l'impressione bleu per il movimento a destra, rossa per quello a sinistra ecc.

All'opposto la reazione muscolare serve per osservare la trasformazione regressiva degli atti di volere in movimenti riflessi. In questa specie di reazione l'attesa è tutta rivolta all'azione esterna, la quale deve essere compiuta nel più breve tempo possibile. Dato ciò è impossibile un'arbitraria inibizione o determinazione dell'atto secondo la natura delle sensazioni e quindi anche un passaggio da atti di volere semplici a composti. Invece facilmente si giunge coll'esercizio a stabilire la connessione e il movimento ad essa corrispondente in modo che il processo di apprendimento sempre più scompare, o si presenta solo dopo che l'impulso al movimento è compiuto. In tal caso il movimento si svolge a guisa di riflesso. Tale meccanizzazione del processo si dimostra oggettivamente, sopratutto nel fatto, che il tempo di reazione si abbassa sino a quello dei puri movimenti riflessi; soggettivamente per ciò, che impressione e reazione appaiono all'osservazione psicologica come un processo unico nel tempo, mentre il caratteristico sentimento della decisione grada,

tamente scompare affatto.

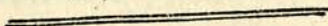
Pertanto dalle molte esperienze compiute è risultato che i tempi del riconoscimento e della distinzione per impressioni relativamente semplici sono uguali: per i colori, a 30σ, per segni dell'alfabeto e brevi parole, uguali a 50σ; i tempi dell'associazione variano da 300 a 800σ; quelli di scelta: fra due movimenti (mano destra e sinistra) = 60σ, fra dieci movimenti (le dieci dita) = 400σ. Del resto il valore di questi numeri consiste non tanto nella loro grandezza assoluta, ma piuttosto nel fatto, che essi sono mezzi di controllo per l'osservazione psicologica.

Per ottenere questi tempi accorre scomporre il tempo complessivo secondo formule determinate. Dicendo R = reazione sensoriale; Ric. = riconoscimento; Sc. = scelta; Dist = distinzione: Assoc. = associazione, abbiamo:

il tempo di riconoscimento (Ric.) = R. ric. - R

il tempo di distinzione (Dist.) = R. dist - R;

il tempo di scelta (Sc.) = R. dist sc - R. dist;

il tempo di associazione (Assoc) = R. ric. ass. - R. ric.

PARTE IV

La connessione delle formazioni psichiche.

1° Coscienza ed attenzione

Noi diciamo coscienza la connessione delle formazioni psichiche, che si trovano presenti in noi o che possono essere riprodotte in un dato momento.

Il concetto di coscienza non designa quindi affatto cosa che esiste oltre e fuori dei processi psichici, nè si riferisce solo alla somma di questi processi senza alcun riguardo ai loro rapporti; ma esprime quella generale combinazione dei processi psichici, nella quali spiccano le singole formazioni psichiche come componenti dei singoli processi. Pertanto noi diciamo "senza coscienza„ lo stato psichico in cui questa connessione è interrotta, come nel sonno profondo, nel deliquio; parliamo di "perturbamenti della coscienza, quando avvengono anormali variazioni nella connessione delle formazioni psichiche, senza che in queste si notino alterazioni di sorta.

La coscienza intesa nel senso sopra descritto si presenta nell' individuo, come coscienza individuale. Analoga connessione può pure sorgere in un insieme di individui, e allora, benchè essa sia limitata a certi lati della vita psichica, nel con

cetto generale di coscienza si possono distinguere i concetti subordinati di <u>coscienza collettiva</u>, <u>di coscienza nazionale</u> e altre simili. Però la coscienza individuale, oggetto del nostro studio, è pur sempre la base di tutte queste forme ulteriori di coscienza.

Nell'uomo e negli animali, a lui somiglianti, l'organo principale della coscienza è la corteccia del cervello nei cui tessuti cellulari e fibrosi sono rappresentati tutti gli organi che stanno in relazione coi processi psichici. La connessione generale degli elementi corticali del cervello si può considerare come l'espressione fisiologica della connessione dei processi psichici data nella coscienza; e la divisione di funzioni nelle diverse regioni corticali, come il correlativo fisiologico delle numerose varietà dei singoli processi di coscienza. Del cervello e della sua importante funzione tratteremo in un capitolo a parte.

La connessione dei processi psichici, nella quale consiste la coscienza, è in parte <u>simultanea</u> e in parte <u>successiva</u>. <u>Simultanea</u> perchè la somma dei processi momentanei ci è data in ogni momento come un tutto, le cui parti sono riunite da un legame più o meno stretto. <u>Successiva</u> perchè nello stato psichico certi processi scompaiono, altri durano nel loro corso, altri ancora incominciano; oppure trattandosi in dati momenti di stati d'incoscienza, i processi di nuova formazione entrano in relazione con quelli che prima erano stati presenti. In tutti questi casi l'estensione

delle singoli connessioni che si stabiliscono fra i processi passati e i seguenti determina lo stato di coscienza.

Possiamo rappresentare simbolicamente il grande campo della coscienza in un cerchio (fig. 195) ed in essa distinguere i vari gradi di coscienza. Al limite segnato del cerchio si passa nell'incoscienza completa, che per noi non ha importanza. Dall'incoscienza assoluta, che viene considerata come l'assenza di qualsiasi connessione psichica, si deve distinguere ciò che diventa inconveniente o che non viene osservato. I singoli processi elementari o composti, di cui sono formati i processi psichici, danno luogo alla connessione successiva della coscienza in conformità al cosidetto flusso dei processi psichici, detto anche corrente psichica. Man mano che i processi psichici si avvicinano al centro del cerchio, essi diventano sempre più chiari, perciò parliamo di vari gradi di chiarezza, termine che non va confuso con quello di chiarore. Così avremo il massimo grado di chiarezza nel centro del cerchio, detto punto visivo della coscienza e gradatamente minor chiarezza, man mano che si va verso la periferia del cerchio. Tutta questa parte è detta campo visivo della coscienza. Diciamo poi attenzione quello stato caratterizzato da speciali sentimenti, che accompagna l'apprendimento più chiaro di un contenuto psichico; diciamo appercezione, quel singolo processo per cui un contenuto psichico qualsiasi è portato a chiara cognizione. Il termine appercezione fu intro-

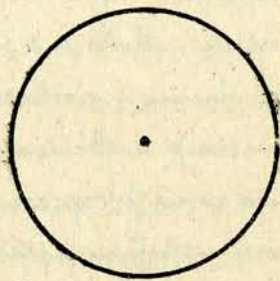



Fig. 195 -

detto dal Leibnitz e ad esso si contrappone la <u>percezione</u>, cioè quello speciale apprendimento di contenuto non accompagnato dallo stato psichico dell'attenzione. Quindi per <u>punto visivo della coscienza</u> intendiamo i contenuti psichici sui quali è concentrata l'attenzione; mentre il resto del contenuto cosciente si trova nel <u>campo visivo della coscienza</u>. Naturalmente tutte queste espressioni sono di natura simbolica. Esse ci permettono di descrivere esattamente quanto si svolge nella nostra coscienza. Dopo quanto si è detto si comprende facilmente come avviene il <u>continuo flusso</u> più volte accennato. Ciò che viene afferrato col maggior sforzo dell'attenzione, vale a dire, tutto ciò che sta nel punto centrale della coscienza noi diciamo pure che viene <u>appercepito</u>, mentre ciò che rimane nel campo visivo della coscienza viene detto soltanto <u>percepito</u>.

Dobbiamo poi distinguere tra <u>attenzione o appercezione passiva</u> e <u>attenzione o appercezione attiva</u>. Nel primo caso un contenuto rappresentativo si presenta all'attenzione improvvisamente, cioè senza una qualsiasi azione preparatoria. Un tale stato è accompagnato da un sentimento del <u>patire</u>, sentimento però che si trasforma quasi sempre in un sentimento di attività. Nel secondo caso un contenuto rappresentativo non colpisce l'attenzione passivamente, ma essa è diretta su questo contenuto prima ancora del suo apparire. Una tale appercezione attiva è preceduta da un sentimento di attesa. Al momento in cui il detto contenuto entra nel punto visivo, quel sentimento è sostituito da un sentimento di soddisfazione. A questo sentimento di soddisfazio-

ne segue poi immediatamente un sentimento di attività. Chi osserva esattamente i sentimenti collegati ai vari processi di attenzione o di appercezione non può sfuggire il fatto, che questi processi vanno pienamente d'accordo colle caratteristiche dei processi volitivi. L'insieme della appercezione passiva corrisponde ad un atto volitivo semplice, cioè impulsivo, mentre l'insieme dell'appercezione attiva corrisponde ad un atto volitivo arbitrario.

Dopo quanto abbiamo studiato si impone la questione che cosa sia l'io di cui continuamente parliamo. Si intende che non può interessarci il cosidetto io metafisico, ma soltanto l'io conscio cioè l'io empirico: Diciamo, per es., io scrivo, io taccio, io sto attento, io sento, io suppongo, ecc. Che cosa è questo io? Riassumendo brevemente ciò che il Prof. Kiesow espose nella lezione, possiamo dire che questo io empirico non è una rappresentazione ma è un sentimento totale, e cioè un sentimento totale che connette tutte le esperienze psichiche individuali. Come tutti i sentimenti anche questo sentimento totale, che diciamo il nostro io è naturalmente legato a certe sensazioni e rappresentazioni, come le sensazioni comuni e la rappresentazione del proprio organismo, ma l'io di per sè può fare astrazione anche da un tale contenuto o può prenderlo in speciale considerazione; insomma esso è un sentimento.

Quando le sensazioni comuni e la rappresentazione del proprio organismo si fondono intimamente col sentimento totale detto l'io empirico, risulta ciò che diciamo autocoscienza. Dalla separazione dell'autocoscienza dal rimanente contenuto della co-

scienza ha origine la contrapposizione che facciamo tra soggetto ed oggetto. Nel senso più stretto del termine il soggetto è la connessione dei processi di valore, che si esplica nel sentimento dell'io. In senso alquanto più largo il termine soggetto abbraccia il contenuto reale dei processi di valore unitamente ai sentimenti ed alle emozioni, che li preparano. Infine nel più largo significato esso si estende anche al contenuto rappresentativo costante, che quei processi soggettivi trovano nel proprio organismo, come portatore delle sensazioni comuni. Da ciò si intende facilmente che oggetto può diventare tutto ciò che si contrappone al soggetto sia nel senso più stretto o in quello più largo del suo significato. In questo senso si distingue, p. es. il mondo esterno dal proprio io.

2 - Capacità dell'attenzione e della coscienza.

Per capacità dell'attenzione intendiamo il numero delle impressioni che possono essere appercepite in un solo atto. Per capacità della coscienza intendiamo invece il numero della quantità delle impressioni, che in un dato momento, possono essere abbracciate dall'intera coscienza. Per la misura della capacità dell'attenzione ci serviamo di impressioni momentanee visive, per quella della capacità dell'intera coscienza ci serviamo di rappresentazioni composte di tempo.

Per misurare la capacità dell'attenzione si può fare uso di una scintilla elettrica che illumini in un dato momento un certo numero di impressioni visive. Questo metodo però ha

l'inconveniente che in tal modo si riproducano facilmente immagini postume, che disturbano la ricerca. Per tale motivo venne abbandonato questo metodo e introdotto invece l'uso di apparecchi, che si dicono tachistoscopi, cioè apparecchi che permettono di esporre davanti agli occhi del soggetto, mediante la caduta di uno schermo per breve tempo, oggetti visivi. Dalle esperienze eseguite per mezzo di tachistoscopi, risulta che noi possiamo afferrare col grado massimo dell'attenzione, vale a dire, che possiamo appercepire in un solo atto, ancora sei singole impressioni visive sconnesse (lettere dell'alfabeto, figure, punti, ecc). Il numero delle singole impressioni aumenta notevolmente quando si espongono, nel modo descritto, brevi parole, cioè singole impressioni associate, usando brevi periodi, proverbi, ecc.....
In questo caso si appercepiscono in un solo atto ancora quattro fino a cinque, brevi parole contenenti venti fino a trenta singole lettere. Con questi risultati viene respinta la vecchia teoria, secondo la quale l'attenzione venne considerata capace di afferrare in un dato momento soltanto una impressione. I risultati descritti vanno inoltre d'accordo con quanto fu già empiricamente trovato dal Braille nella invenzione del suo alfabeto per i ciechi. Abbiamo visto che il numero massimo di punti che il Braille adopera per il suo alfabeto è uguale a cinque. Essendo il numero di sei impressioni il massimo che l'attenzione può abbracciare in un solo atto colla più grande concentrazione e col massimo grado di esercizio, si comprende che il Braille, il quale ebbe colla sua invenzione uno scopo pratico,

rimase sotto il numero di sei e scelse come maximum delle singole impressioni tattili il numero di cinque punti.

Per la misura della capacità della coscienza si adopera il metronomo le cui battute si seguano ad intervalli di 0,2 - 0,3 minuti secondi. Questa velocità è la più favorevole perchè se gli intervalli sono più lunghi non si riesce bene a unire le singole impressioni, che si seguono, in rappresentazione di tempo. E così pure quando gli intervalli sono più brevi l'attenzione non può più seguire le singole battute. In questa ricerca prendiamo le mosse dalla premessa che una successione di impressioni può essere riunita in un tutto rappresentativo soltanto quando quelle impressioni si trovano, almeno per un momento, contemporaneamente unite nella coscienza. Se, ad es., si fa agire una serie di battute, è evidente che, mentre il battito presente è appercepito, i battiti appena passati si trovano ancora nel campo visivo della coscienza. La loro chiarezza poi decresce tanto più, quanto più sono lontani, nel tempo, dall'impressione momentaneamente appercepita. E si capisce che ad un certo limite le impressioni che sono andate di gran lunga più addietro, saranno del tutto sparite dalla coscienza. Se si riesce a determinare questo limite si ha anche una misura diretta per la capacità della coscienza. Come mezzo per la determinazione di questo limite ci serve appunto la facoltà di paragonare direttamente le rappresentazioni che si seguono nel tempo. Tosto che una di tali rappresentazioni è presente nella coscienza come un tutto unito, noi possiamo anche con

essa paragonare una rappresentazione successiva e decidere se questa sia o no uguale a quella.

Facendo astrazione dal ritmo soggettivo (spiegato in un capitolo precedente), si produce una serie di impressioni aritmiche, formando un tutto insieme, senza contare le singole battute. Questo è assolutamente necessario, perchè, quando si conta, si fa entrare nella ricerca una funzione intellettuale che la disturba. Sperimentando in tal guisa, si può, volendo, accentuare la prima battuta per mezzo di un segnale qualsiasi (ad es. un campanello). Dalle esperienze fatte il numero delle impressioni aritmiche, che si possono ancora appercepire, come una unità, e confrontarsi con una serie di uguali impressioni consecutive, è almeno uguale a sei. Il numero delle singole impressioni aumentano notevolmente quando si introduce il ritmo soggettivo, vale a dire quando si accentua soggettivamente una battuta più dell'altra come si vede nella fig. 196. Di queste impressioni ogni paio unito dalla icatta $\left(\frac{2}{8}\right)$ è una rappresentazione speciale. In questo modo si

1 2 3 4 5 6 7 8 | 1 2 3 4 5 6 7 8

Fig 196

possono unire, e tener presenti nella coscienza, come rappresentazione totale, almeno otto rappresentazioni parziali. Nella fig. 196 si vedono le due serie di rappresentazioni parziali che si devono confrontare. Anche in questo caso si può

accentuare la prima impressione di ogni serie per mezzo di un segnale speciale. Il numero delle singole impressioni abbracciate dall'intera coscienza sarebbe in questo caso uguale a sedici. Complicando la forma delle rappresentazioni parziali, diminuisce il numero di quelle che si possono abbracciare, ma aumenta ancora il numero delle singole impressioni. Questo fatto è dimostrato dalla fig 197, dove ogni cerchio rappresenta una rappresentazione parziale contenente otto impressioni semplici. I punti messi sopra le singole note indicano il ritmo soggettivo. Di queste rappresentazioni parziali possiamo abbracciarne

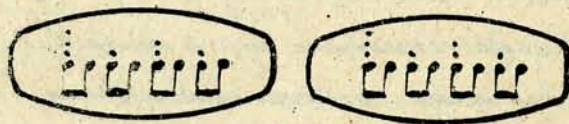



Fig 197

mediante la coscienza col massimo grado dell'esercizio, un numero eguale a cinque. Siccome ogni rappresentazione parziale contiene otto singole impressioni, si comprende che in tal modo possono essere presenti nell'intera coscienza quaranta impressioni elementari. Anche in questo caso si può accentuare l'inizio di ognuna delle serie per mezzo di un segnale.

3. Le oscillazione dell'attenzione.

Un fatto abbastanza interessante è il seguente.
Quando uno stimolo debole eccita un organo sensitivo periferico qualsiasi, la debole sensazione che nasce non presenta un continuo ma viene percepita ad interruzioni, vale a dire che la sensazione di quando in ~~quando ritorna~~ sparisce e di quando in quando. Aumentando l'intensità della sensazione le interruzioni diventano più brevi, ed aumentan.

dole la sensazione non sparisce più del tutto ma la si percepisce a volte diminuita nella sua intensità. Tali ricerche si possono fare in tutti i vari campi sensoriali. Volendo osservare le oscillazioni nel campo visivo, si fa girare un disco, come lo si vede riprodotto nella figura 198. Sopra un fondo bianco si disegna un breve tratto di un settore non molto largo o un piccolo disco nero. Facendo girare questo disco coll'apparecchio rotante, si vede un fondo bianco con sopra un leggero cerchio grigio. Allontanandosi allora dal disco fino al punto, dal quale si percepisce appena appena il cerchio grigio, si osserva come questo cerchio di quando in quando sparisca e di quando in quando torni. È facile

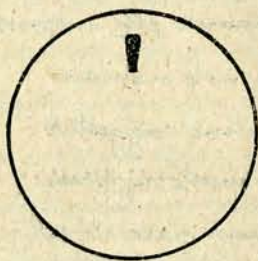



Fig. 198

dimostrare questo stesso fatto nel campo uditivo per mezzo di un orologio. Mettendo l'orologio distante dall'orecchio in modo da percepire debolmente il tic-tac, si osserva lo stesso fenomeno, vale a dire, la sensazione si percepisce ad interruzioni. Esperienze simili si possono fare nel campo cutaneo e in tutti gli altri campi sensoriali. Eccitando, per es, i bordi della lingua con sostanze gustative molto deboli, si osserva come l'attenzione viene attirata ora da uno ora dall'altro lato.

Era interessante di constatare se le dette interruzioni fossero di natura periodica o no. Vi sono scienziati che hanno sostenuto la prima opinione, ma da tutte le ricerche eseguite sotto la guida del Prof. Kiesow, e da lui stesso, risulta che tali oscillazioni

non sono periodiche. Le loro lunghezze variano naturalmente a seconda della intensità dello stimolo e variano anche secondo il campo sensoriale nel quale si sperimenta.

Fu discussa poi la questione se le oscillazioni dipendano piuttosto dall'organo periferico o dal centro. Tutte le ricerche fatte in merito hanno dimostrato che il fenomeno è piuttosto di natura centrale. È però assai probabile che vi entrino anche cause puramente psichiche.

4. Le associazioni.
(processi psichici passivi)

I processi di combinazioni, che hanno continuamente luogo fra gli elementi dei singoli contenuti di coscienza e che danno quindi origine alla connessione dei processi psichici, la quale costituisce l'essenza della coscienza, sono le associazioni e le combinazioni appercettive. Le associazioni diciamo quelle connessioni, che si formano di solito nello stato passivo della coscienza, e combinazioni appercettive quelle che presuppongono uno stato attivo.

Nella psicologia moderna il concetto dell'associazione è andato soggetto a una profonda mutazione di significato la quale non è ancora penetrata dapertutto, essendosi pur sempre mantenuto il significato primitivo, principalmente in quei psicologi, che ancora oggidì sono legati alle opinioni, dalle quali sorse la psicologia delle associazioni. Infatti questa psicologia, considerando solo il contenuto rappresentativo della coscienza, conformemente all'indirizzo intellettualistico, che in essa

predomina, limita il concetto dell'associazione alle combinazioni tra rappresentazioni. In questo senso Hartley e Hume, i due fondatori della psicologia dell'associazione, introdussero quel concetto nel significato speciale di "associazione di idee", corrispondendo nella lingua inglese la parola "idea" al nostro concetto della "rappresentazione". Considerate poi le rappresentazioni come oggetti o come processi che possono rinnovarsi nella coscienza nello stesso modo, che vi sono sorte una prima volta, si vide nell'associazione il principio esplicativo per la così detta "riproduzione" delle rappresentazioni. Il concetto dell'associazione era limitato a quelle forme di così detta riproduzione, nelle quali le rappresentazioni associate si seguono in ordine di tempo. Ciò perchè non si riteneva necessario allora mediante l'analisi psicologica, di dare una ragione sul modo del sorgere delle rappresentazioni composte, essendosi ammesso che nella rappresentazione suscitata da impressioni esterne la combinazione fisica delle impressioni stesse servisse a spiegare senz'altro la loro composizione psichica. Già Aristotele aveva fissato una distinzione delle forme principali di queste associazioni successive per i processi di memoria. Nel suo schema Aristotele distingueva le associazioni in base al principio della spartizione per contrari e cioè da un lato in associazioni per somiglianza e contrasto, dall'altro lato in associazioni per simultaneità e successione. A questi concetti generali fu dato dalla psicologia empirica inglese il nome di "Leggi delle associazioni". In seguito si cercò di ridurre il numero di queste leggi, abbracciando le associazioni per simulta-

nità e successione sotto il concetto di associazione esterna o di contiguità, la quale venne contrapposta all'associazione interna o di somiglianza. Alcuni psicologi poi credevano senz'altro potere da questa semplificazione a due forme di associazione procedere ad un'unica "legge di associazione" spiegando essi o l'associazione di contiguità come una forma speciale di quella di somiglianza, oppure, la somiglianza come un effetto di certe associazioni di contiguità. Nei due casi il processo associativo venne considerato come effetto dell'esercizio e dell'abitudine.

Ma tutte queste teorie mancano di fondamento in seguito a due fatti che colpiscono in modo stringente quando si osserva sperimentalmente il processo di rappresentazione. Le rappresentazioni composte, dalla psicologia dell'associazione presupposte come unità psichiche indecomponibili, sorgono già da processi di combinazione, i quali in modo manifesto si collegano intimamente colle combinazioni più complesse, abitualmente dette associazioni.

Il 1° fat

Il 2° fat

Il secondo fatto sta nel risultato della ricerca sperimentale sui processi di memoria. Non si ha assolutamente una riproduzione delle rappresentazioni in senso proprio, cioè in quanto per riproduzione si intenda il rinnovarsi invariato di una rappresentazione già stata prima nella coscienza. Imperciocchè la rappresentazione che in un atto di memoria entra nella coscienza è sempre diversa dall'antecedente cui è riferita ed i suoi elementi sogliono essere distribuiti su diverse rappresentazioni anteriori.

Dal primo di questi fatti ne consegue, che quelle rap-

presentazioni composte devono essere precedute da processi associativi più semplici fra le loro parti costitutive. Il secondo fatto poi dimostra che quelle associazioni possono essere soltanto i prodotti complessi di tali associazioni elementari. Ammessa questa duplice conseguenza non si possono escludere dal concetto dell'associazione quelle combinazioni elementari dalle cui fusioni nascono, come abbiamo visto, le rappresentazioni. Come non si ha diritto di limitare questo concetto unicamente al processo rappresentativo, poichè bisogna ricordare che vi entrano pure i sentimenti. L'esistenza di sentimenti composti, delle emozioni, ecc. insegna che i sentimenti semplici si fondono pure regolarmente per formare prodotti più complessi colle associazioni degli elementi più sensibili.

Riconoscendo la distinzione aristotelica in associazioni simultanee e successive si presenta a noi, per queste combinazioni psichiche la seguente classificazione.

Processi associativi

Associazioni simultanee
- Fusioni
- Assimilazioni
- Complicazioni

Associazioni successive
Processi del riconoscimento e del conoscimento associativo
Processi di memoria

In questo schema le associazioni simultanee si distinguono da quelle successive non già perchè queste due forme siano di natura diversa, ma unicamente per il fatto che nel primo caso la

fusione è così rapida che non è possibile misurare questo processo, mentre nel secondo caso (associazioni successive) una tale misura è possibile.

a - Le fusioni

Teoria delle forme

Per fusione intendiamo il processo fondamentale di cui abbiamo parlato tante volte. Questo processo sta a base di tutte le associazioni, siano simultanee o successive. Si formi una semplice rappresentazione, un sentimento composto o una emozione, il processo che sta a base di tali formazioni è sempre quello della fusione. Ricordiamo che per questo processo nasce nella coscienza sempre qualche cosa di nuovo non ancora contenuto nei singoli elementi che entrano in azione. Si comprende senz'altro che questo processo della fusione non può essere di natura attiva, ma di natura passiva.

b - Le assimilazioni

Anche l'assimilazione rappresenta un processo di fusione, ma di fusione speciale. Con assimilazioni abbiamo da fare ogni qualvolta gli elementi dovuti ad un eccitamento esterno si fondono con elementi di rappresentazioni riprodotte. Tutti hanno già ammirato lo scenario del palcoscenico di un teatro. Eppure, analizzando la rappresentazione totale coi sentimenti ad essa legati, si osserva, che lo stimolo esterno è assai incompleto, vale a dire, non assolutamente conforme alla bellezza della rappresentazione totale, che si forma in noi. Considerando lo

scenario da vicino, si vede tante volte come esso consiste di pitture grossolane e molto incomplete. Spesso la pittura non è altro che un insieme di macchie di colori. Eppure vista la scena da lontano e sotto una data illuminazione, si presenta a noi un bel quadro. Qui è chiaro che elementi psichici dovuti all'eccitamento esterno, devono fondersi con elementi di rappresentazioni antecedentemente avute.

Un'altra forma di assimilazione abbiamo quando ascoltando per la prima volta un discorso tenuto in una lingua straniera, che stiamo imparando. In tal caso non si è ancora capaci di comprendere quanto l'oratore dice sebbene si sia già capaci di leggere e di scrivere correntemente in quella lingua. E ciò per il fatto che le parole pronunciate dall'oratore rappresentano per la nostra coscienza uno stimolo incompleto, i cui elementi non incontrano nel sensorio elementi ai quali possano associarsi.

Conversando con una persona in una lingua ad ambedue ben conosciuta, non si deve credere di intendere le singole parole unicamente per effetto dello stimolo esterno, bensì per il fatto del processo assimilativo sopradescritto.

Leggendo le bozze di stampa di un proprio lavoro, si passa facilmente sopra un errore di stampa, perchè lo stimolo esterno (la parola erroneamente stampata) suscita in noi elementi che si fondono con esso in modo da far nascere in noi la rappresentazione giusta. Per tale ragione si fa sempre bene di fare leggere le bozze di un proprio lavoro anche ad altre persone.

Di processi assimilativi abbiamo in fondo da fare ogni qual. volta guardiamo un disegno incompleto, una fotografia o qual. siasi quadro. Disegni, come quelli della fig. 199, suscitano in

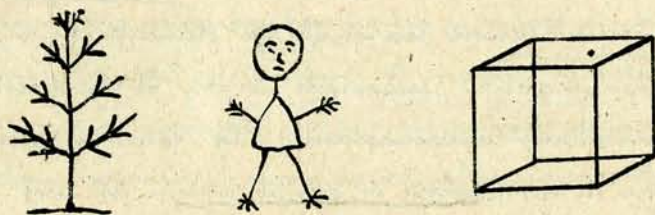



Fig 199.

noi le rappresentazioni di un'albero, di una figura umana. di un cubo, perchè risvegliano nella coscienza elementi che fa. cilmente si associano a quelli dovuti allo stimolo esterno, assai incompleto. Il valore di una fotografia sta appunto in ciò che essa riproduce in noi elementi che si fondano con quelli suscitati direttamente dallo stimolo. Per tale ragione è spesso così erronea la rappresentazione suscitata nella nostra coscien. za da una fotografia di una persona che non conosciamo. E ciò vale anche, per qualsivoglia quadro di pittura e per i fenomeni che osserviamo guardando a contorni confusi lon. tani, i quali ci rappresentano una faccia umana, la figura di un animale, ecc. (es. guardando la luna piena, le varie forme delle nuvole ecc.) Da quanto fu detto si comprende sen. z'altro l'importanza che le fusioni semplici e le assimilazio. ni debbono avere nella nostra vita psichica, la quale è piena di tali processi che si verificano in ogni momento.

Inferenza mediata

c - Le complicazioni -

Il termine "complicazione" fu introdotto nella nostra disciplina da Herbart. Esso è molto utile, perciò lo conserviamo. Per complicazioni intendiamo pertanto processi di fusioni ordinarie e di assimilazioni nei quali gli elementi che si fondano appartengono a campi sensoriali diversi. Anche questi processi si sviluppano in noi continuamente. Per dare un esempio molto significativo di un processo di complicazione, il prof. Kiesow presenta un apparecchio molto semplice, di facile costruzione, che permette di produrre una fusione intima e profonda tra una sensazione acustica e una sensazione visiva. L'apparecchio (fig. 200) consta di un numero di raggi, disegnati sopra un foglio di cartone, davanti al quale batte (suono) un metronomo il cui indice scorre sopra di essi. Trascurando una delle due battute del metronomo e tenendo conto soltanto di una di esse, si osserva come è impossibile indicare la vera coincidenza ogget-

processi di fusione

L'apparecchio di Kiesow

NB spoperdere per riflesso condizionale

raggi sensaz. visiva

battuta sensaz. uditiva

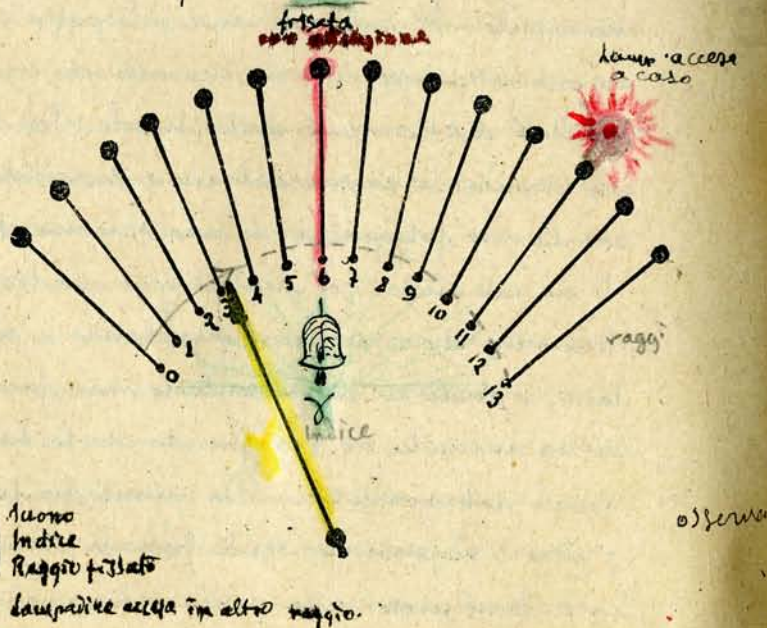



Fig. 200 - Apparecchio semplice di complicazione

Fusione di tre sensazioni!
1° - sens. visiva del raggio fisso al suo (durata dell'immagine retinica fissa
2° " " " lancetta girante (durante dell'immagine rotante
3° " uditiva, del suono del campanello (durata del suono

raggio - indice - suono
r. visivo - s. uditivo

quando il ... coincide coll'ora e col suono
l'ora coincide col suono.

tiva del battito del metronomo con uno dei raggi e come questa coincidenza coi vari raggi può farsi a volontà. Per esempio, volendo intenzionalmente far coincidere soggettivamente la battuta col raggio n. 4, la si osserva prima della battuta e così pure col raggio n. 5, col n. 3 e con qualsiasi altro raggio del medesimo lato, al quale appartiene la battuta del metronomo. È evidente che una tale coincidenza non può prodursi che per un processo di fusione, che in questo caso diciamo "processo di complicazione". Un apparecchio di complicazione più esatto sarebbe quello riprodotto nella fig. 201. Si tratta di un orologio con un grande quadrante, davanti al quale gira una sola lancetta. Nell'interno dell'orologio si produce, ad ogni giro intero della lancetta, un solo colpo di campanello, che deve naturalmente coincidere con una data divisione del quadrante. Facendo funzionare questo apparecchio si può osservare la coincidenza con una qualsiasi divisione del quadrante a seconda che si dirige l'attenzione ora su l'una ora sull'altra divisione.

vista del moto circolare della lancetta

suono di campan. sensaz. uditiva

divisione guarda senza visiva e sue persistenze

sensaz. acust.

sensaz. visiva

orologio

Fig. 201 - Apparecchio di complicazione

Di processi di complicazione si tratta veramente in moltissimi casi della nostra vita. Ogni volta che

Battuta sonora - ~~Udito~~
- lancetta rotante - vista
- divisione fissata - vista
- lampadina accesa - vista o sulla freccia o sul quadrante

La coincidenza come si effettua?
colla divisione visiva fissata dall'attenzione?
" " visiva segnata dalla lampadina accesa?

pronunciamo una parola si ha una fusione tra sensazione muscolare e impressione acustica. Bevendo del vino bianco, usando un bicchiere di color verde, si ha una rappresentazione totale diversa da quella che in noi si produce quando invece si adopera un bicchiere bianco. Fumando un sigaro o la pipa la impressione totale cambia totalmente a seconda che si chiudono gli occhi o no. E così via, di simili esempi citati potremmo enumerarne ancora moltissimi, come ad es. una tavola apparecchiata, un pranzo di gala con accompagnamento di musica ecc.

d- Le associazioni successive.

I processi del conoscimento e del riconoscimento associativo

Come fu detto più sopra, si parla di associazioni successive quando il tempo, che intercede tra una prima impressione e quella che viene riprodotta, è misurabile. Si comprende però senz'altro che anche in tutti questi casi i processi fondamentali restano quelli della fusione, della assimilazione e della complicazione. Noi distinguiamo, in primo luogo, tra processi di conoscimento e di riconoscimento e diciamo processi di conoscimento quelli per i quali noi diventiamo consci della categoria alla quale un oggetto appartiene; mentre diciamo di riconoscimento quel processo per il quale siamo certi di riconoscere un oggetto già appercepito un'altra volta. Siccome tutti questi processi di conoscimento e di riconoscimento associativo sono di natura passiva, li chiamiamo in tal modo, cioè associativo per distinguerli dai processi di conoscimento e di riconoscimento appercettivo, dei quali parleremo più avanti. Si parla poscia

di un conoscimento immediato e di un conoscimento o di un riconoscimento mediato. Si tratta del primo caso quando, presentandosi davanti a noi un oggetto qualsiasi, noi siamo senz'altro in grado di dire: è un orologio, una casa, un albero, ecc. e così pure abbiamo un riconoscimento immediato, quando vedendo una persona o sentendo solo la sua voce, possiamo dire con sicurezza: è il tale.

Si tratta invece di un tale processo mediato quando, ad es., non riconoscendo immediatamente una persona, qualcuno ci ricorda dove o insieme a chi l'abbiamo vista. Questo fatto ha importanza in pedagogia. Facendo entrare nella coscienza una parola difficilmente ricordabile, associandola ad un altra facilmente riproducibile, la prima parola si riproduce più facilmente, dirigendo l'attenzione sulla seconda.

e_ I processi di memoria

Coi processi ora descritti siamo già entrati nel campo della così detta memoria, perchè nel conoscere o riconoscere un oggetto o una persona, si tratta sempre in certa qual maniera di un ricordare. Nondimeno abbiamo separato i processi del conoscimento e del riconoscimento da quelli della memoria, propriamente detta, perchè essi rappresentano qualcosa di speciale, che li distingue dai fatti comunemente detti: memoria.

La vecchia psicologia considerava la memoria come una facoltà dell'anima, dipendente dalla volontà. La psicologia moderna, trattando i fatti in questione sperimentalmente è

pervenuta a tutt'altra concezione. Secondo essa la memoria non è una facoltà dell'anima, ma soltanto un termine generico, utile ad abbracciare un grandissimo numero di singole funzioni, che hanno per base i processi associativi sopra descritti. Si può dire soltanto che il volere vi entra in quanto tutto ciò che affermiamo col massimo sforzo dell'attenzione ricordiamo più facilmente. I processi di memoria, come tali, non sono di natura attiva ma piuttosto di natura passiva. La psicologia sperimentale è arrivata a concludere che per ogni campo sensoriale esiste una così detta memoria speciale, anzi, che in ognuno di questi campi vi sono ancora differenze tra i singoli processi di memoria. Per dare un'esempio: nel campo delle sensazioni di luce ricordiamo molto più facilmente le forme che non i colori e simili differenze troviamo in tutti gli altri campi. Anche nel ricordare le rappresentazioni, ognuno sa che alcune specie di esse si riproducono in noi più facilmente di altre.

Si è parlato poi di una memoria generale e di una memoria speciale, ma anche una tale distinzione non regge perchè in essa non si tratta di altro che dell'effetto dell'esercizio. L'esercizio ha una importanza grandissima per tutte le varie forme di memoria. Qualsiasi forma speciale di memoria si può intensificare per mezzo dell'esercizio. Ora si è osservato che, esercitando una speciale forma di memoria, quest'esercizio produce il suo effetto fino ad un certo grado anche in altri campi. Tale fatto però non ci dà ancora il diritto di ammettere una memoria generale in sè diversa dalle singole for-

me di memoria. In breve: una memoria generale non ammettiamo.

Un fatto importante è il seguente. Per condizioni anatomiche e fisiologiche vi sono differenze individuali rispetto al ricordare. Uno ricorda facilmente ciò che un altro assolutamente non riesce a ricordare. Vi sono persone che ricordano quasi ogni cosa anche quando le rappresentazioni che si formano nella coscienza non sono tra di loro molto connesse. Tutto ciò dipende da disposizioni speciali, resta però il fatto che anche chi ha una memoria debole di qualsiasi forma, può aumentarla per mezzo dell'esercizio. Si comprende senz'altro l'importanza che questo fatto possiede per chi vuole insegnare nelle nostre scuole.

Tra le varie forme, che più sotto studieremo ancora e meglio, ve n'ha una che si può denominare: memoria del mestiere. Chi esercita un dato mestiere ricorda tutto ciò che ad esso appartiene più facilmente di quello che è ad esso estraneo. Il prof. Kiesow porta come esempio la memoria che i nostri cocchieri hanno per la disposizione dei nomi e dei numeri delle strade della città. Si comprende però facilmente una tale forma di memoria quando si pensa che essa viene continuamente e quasi esclusivamente esercitata.

Studiando le varie forme di memoria, la psicologia si è ricordata di fatti già trovati dal grande neurologo francese Charcot e del suo assistente Ballet. In base a studi patologici e ad osservazioni compiute su persone normali, essi arri-

varono alla conclusione che bisogna distinguere quattro tipi rappresentativi: il tipo visivo, il tipo uditivo, il tipo motore e il tipo indifferente. Al tipo visivo appartengano le persone che pensano in rappresentazioni visive: esse visualizzano ciò che è entrato nella coscienza per funzione dell'apparecchio visivo, vale a dire vedono davanti a se ciò che ricordano - Al tipo uditivo appartengono gli individui che pensano in impressioni uditive. Al tipo motore quelli nei quali predominano le sensazioni muscolari e le rappresentazioni di moto. Infine il tipo indifferente abbraccia tutte quelle persone che non si possono classificare tra gli altri tipi. Si comprende che questi fatti debbono verificarsi anche rispetto alla così detta memoria. Persone che appartengono al tipo visivo vedono tutto ciò che ricordano e così via. Quelle che appartengono al tipo uditivo sentono quasi il suono della parola e delle cose che vogliono ricordare, mentre per gli individui di tipo motore è necessario che facciano movimenti (fonetici o di scrittura) per ricordare ciò che hanno imparato. Questi tipi si trovano rare volte nello stato puro: nel maggior numero dei casi abbiamo sempre da fare con tipi misti.

Secondo le ultime ricerche fatte dallo psicologo russo Netschajeff dobbiamo riconoscere sette tipi: tipo visivo, tipo uditivo, tipo motore, tipo visivo acustico, tipo visivo motore, tipo motore acustico, tipo indeterminabile, vale a dire variamente misto. Quando una persona appartiene ad un tipo puro (visivo, acustico, motore) essa rappresenta una anomalia. Esempio

di tali anomalie sono gli artisti calcolatori Inaudi e Diamanti. Quest'ultimo è esclusivamente visivo, il primo appartiene invece al tipo acustico motore molto pronunciato. Come abbiamo detto nel maggior numero dei casi, abbiamo da fare con tipi misti nei quali uno o l'altro delle caratteristiche descritte predomina e si comprende che questi fatti hanno grande importanza per la pedagogia. Tra i vari tipi normali il tipo visivo è il più felice e siccome è fuori dubbio che l'esercizio aumenta la intensità della memoria, si capisce che la visualizzazione può essere aumentata per mezzo di esso anche in persone in cui è poco sviluppata. Si noti il fatto che nei primi anni di scuola quasi tutti i fanciulli sono visivi e che, verso la fine di essa, se ne constata un maggior numero, appartenenti al tipo acustico motore. Ciò vuol dire che durante gli anni della scuola, dovendo gli scolari continuamente ascoltare la voce del maestro, il tipo acustico motore si sviluppa maggiormente. Per suscitare lo sviluppo della visualizzazione e quindi per sviluppare maggiormente il tipo visivo, fu già proposto di introdurre tra le varie discipline delle scuole anche esercizi speciali. Il prof. Kiesow è contrario a questa proposta: esige invece che si tenga conto dei fatti descritti e di impartire le varie materie sempre in modo che la memoria visiva sia continuamente esercitata, cioè in un modo simile com'egli ha fatto questo corso, cioè di far sempre vedere quello che si vuole sia ricordato. Per conoscere bene i suoi scolari, un insegnante deve essere capace di stabilire il tipo al quale un fanciullo di una certa età

appartiene. Per seguire certi tipi vi sono vari metodi tra i quali il più importante è quello degli ostacoli. Durante queste ricerche si osserva che un individuo è sempre disturbato da impressioni appartenenti allo stesso campo sensoriale entro il quale si impara. Un fanciullo che impara leggendo senza parlare, vien disturbato da altre impressioni visive. Chi deve imparare pronunciando le parole, vien disturbato da altre impressioni acustiche, e così via. Altro metodo è quello degli aiuti. Chi è, per es., del tipo visivo cerca sempre di tradurre le impressioni che vuole ricordare e che entrano nella sua coscienza, diciamo così, per via uditiva, in rappresentazioni visive; chi è del tipo motore tenta sempre di accompagnare con movimenti tutto quello che vuole ritenere; e via dicendo. Per determinare il tipo visivo si fa bene esporre davanti al fanciullo per pochi minuti secondi (due fino a tre) un disegno come il seguente

x	b	r	d
h	n	z	p
t	m	f	q
v	g	s	k

Se uno scolaro è del tipo visivo molto pronunciato allora sarà capace di ripetere le lettere, esposte per breve tempo ...., in qualsiasi senso, cioè da sinistra a destra, da destra a sinistra, dall'alto al basso, dal basso in alto o anche secondo le

diagonali da <u>d</u> a <u>v</u>, da k a x. Invece di lettere (che però non debbono associarsi) si possono usare anche numeri, figure o altri segni. È inoltre chiaro che in tal modo possono pure stabilirsi vari gradi di visualizzazione.

Quando si vuole scoprire il tipo acustico bisogna eliminare le impressioni visive e specialmente quelle muscolari. Per eliminare queste ultime impressioni è bene che l'insegnante, mentre <u>pronunzia</u> davanti al fanciullo un certo numero di sillabe senza senso, gli <u>faccia ripetere la parola tre</u> (e ciò per eliminare i piccoli movimenti della retrobocca e della laringe), e gli faccia inoltre accompagnare con un movimento del braccio ogni sillaba della serie che deve imparare. Chi è del tipo motore ricorda soltanto quello che pronuncia, sia pure a voce afona, e il più delle volte facendo solo i movimenti di scrittura.

Ancora: chi è del tipo visivo impara facilmente anche quando viene messo in ambienti rumorosi, mentre chi è del tipo uditivo, deve trovarsi in un ambiente assolutamente tranquillo.

Vi sono poi rispetto alla memoria, differenze secondo le varie età e secondo i due sessi, come vi sono anche delle oscillazioni durante lo sviluppo. Secondo Netschajeff e Lobsien il maggior sviluppo si ha tra i 10 e i 12 anni, poi viene una stasi, o quasi, fino ai 14 anni, dopo la memoria si sviluppa nuovamente. Non sono ancora ben stabilite le differenze che si osservano rispetto alla memoria tra le ragazze ed i ragazzi. Però pare assicurato che tra i <u>9</u> e i 12 anni le ragazze hanno una memoria migliore, e che più tardi questa viene su-

perata da quella dei ragazzi.

Si è potuto stabilire poi i seguenti processi di memoria:

1° - Memoria per le impressioni esterne (i vari campi sensoriali);

2° - Memoria per le cose astratte (simboli, concetti astratti, numeri, ecc);

3° - Memoria per i prodotti della fantasia (manifestazioni artistiche);

4° - Memoria per i moti d'animo, la cosidetta memoria emotiva (sentimenti ed emozioni).

Anche questi vari processi si sviluppano l'un dopo l'altro e anche in modo diverso secondo i due sessi. Pare certo, per es., che la memoria emotiva sia poco sviluppata fino ai 12 anni e ciò va d'accordo coll'osservazione che i fanciulli sono in generale crudeli con gli animali. È poi poco sviluppata la memoria per le cose astratte fino a 14 anni. Per tale ragione il prof. Kiesow è del parere che nelle nostre scuole si incomincia l'insegnamento della matematica almeno un anno troppo presto.

Si distingue poi tra una memoria immediata ed una memoria continua o duratura. Per memoria immediata si intende la capacità di un individuo di ripetere immediatamente quello che ha letto o udito sia pure solo il contenuto di esso. Per memoria duratura che lo si ricordi per molto tempo. La memoria immediata è più sviluppata negli adulti che non nei giovani.

Si parla di una memoria detta dagli psicologi tedeschi

caratteri [illegible]
di particolari

Merkfähigkeit, termine che si può tradurre con notare. Per Merkfähigkeit si intende il fatto di rivolgere l'attenzione sui particolari della cosa che si vuole ricordare e la capacità di ritenere questi particolari. Rispetto a questa Merkfähigkeit si osservano nei fanciulli grandi differenze individuali. Basta p. es. far fare dagli alunni di una classe dei disegni e si vede come alcuni riproducano più o meno fedelmente la forma generale dell'oggetto, mentre altri riproducono anche i particolari. La Merkfähigkeit entra in funzione, p. es., quando un archeologo deve stabilire l'età alla quale un'opera artistica appartiene o quando un letterato debba precisare l'autore o l'età di un manoscritto, ecc. Per gli scopi nominati è sempre necessario che al ricercatore siano in modo assoluto famigliari le caratteristiche dei vari periodi e dei vari autori, vale a dire che ricordi queste caratteristiche. La vecchia scuola dava grande importanza al notare i particolari e faceva imparare minutamente e verbalmente al fanciullo ciò che doveva ricordare. La scuola moderna ha trascurato questo fatto ed ha insistito piuttosto a ricordare i fatti in linea generale. Il prof. Kiesow è del parere di sviluppare nei fanciulli anche questa Merkfähigkeit perchè è una capacità utilissima nella vita moderna.

Per molto tempo fu ritenuto impossibile misurare la capacità della memoria, ma in seguito tutte le difficoltà vennero superate. È stato il prof. Ebbinghaus che ci ha insegnato questa misura. I principi applicati dall'Ebbinghaus sono i seguenti: Si può misurare ciò che entra nella coscienza, come pure quan-

to viene riprodotto ed infine si può misurare il tempo che intercede tra il momento in cui si impara e quello in cui si riproduce. Per rendere esatta tale misura è necessario avere un materiale adatto. Come materiale utile per queste ricerche l'Ebbinghaus riconobbe sillabe senza senso, vale a dire sillabe che non possono associarsi per formare delle parole. Su questo materiale fu però molto discusso, si obbiettò all'Ebbinghaus che nella vita comune non si imparano sillabe senza senso ma sempre parole e periodi di determinato significato. Ma queste obbiezione sono ridicole: si tratta di stabilire le leggi alle quali le varie funzioni della memoria ubbidiscono e per trovare questa legge è necessario disporre di un materiale adatto, così si fa in tutte le scienze sperimentali e così pure bisogna fare in psicologia.

Ebbinghaus potè stabilire in questo modo il rapporto che esiste tra il numero delle sillabe appartenenti ad una serie ed il numero delle ripetizioni necessarie per riprodurre la serie senza errori. In tal modo egli trovò la legge fondamentale seguente: la capacità della memoria è una funzione delle ripetizioni.

Ciò vuol dire che malgrado le differenze individuali che si incontrano sarà sempre possibile di imparare un dato numero di vocaboli, di versi, di un brano di prosa o dati della Storia, quando il numero delle ripetizioni è stato sufficiente. Ebbinghaus trovò per sè stesso i risultati contenuti nella seguente tabella:

sillaba	7	16	24	26
repitizioni	1	30	44	55

7 sill. —— 1 rip
16 —— 30 rip.

Questa tabella dimostra che per una serie di 7 sillabe senza senso bastava una sola ripetizione per riprodurla senza errori, mentre per una serie di 16 sillabe erano già necessarie 30 ripetizioni, e così via. Usando invece di sillabe senza senso, versi senza senso, Ebbinghaus trovò che questi ultimi vennero imparati 8 fino a 10 volte più presto che non le sillabe, ciò si comprende quando si pensa che tra versi, anche quando siano senza senso, si stabiliscono facilmente delle associazioni.

Studiando l'influenza che il tempo esercita su quanto viene ritenuto, Ebbinghaus trovò che potendo ripetere una serie senza errori, dopo un'ora aveva già dimenticato presso a poco 1/3, dopo otto ore 2/3, dopo un giorno 2/3, dopo sei giorni 3/4, dopo un mese 4/5. Ciò vuol dire che, quando si vuol ritenere qualche cosa per lungo tempo bisogna ripeterlo molte volte. Ma le esperienze insegnano pure che quello che si ha imparato con attenzione, lascia traccia nella coscienza e che lo si impara un'altra volta con molto minore fatica. Stabilendo esattamente il rapporto tra quello che viene ritenuto e quello che viene dimenticato, Ebbinghaus dà la seguente formula $\frac{b}{v} = \frac{1}{\log. t}$. In questa formula b rappresenta ciò che viene ritenuto, v quello che è stato dimenticato e t il tempo passato. La legge sarebbe quindi la seguente: il rapporto tra il ritenuto ed il dimenticato è inversamente proporzionale non al tempo ma al logaritmo del tempo.

Vi è infine un fatto che si osserva in tutti gli individui umani cioè che ad una data età la memoria comincia ad indebolirsi. Ma anche qui si osserva una grande regolarità. Si dimenticano in principio sempre i nomi propri, poi le parole astratte, quindi parole per oggetti e qualità concrete, mentre non si dimenticano mai i monosillabi, come: e, di, da, ma, si, ecc. La medesima regola si osserva in casi patologici, questi fatti si spiegano facilmente quando si ricorda ciò che fu detto sull'influenza dell'esercizio. I nomi propri sono precisamente quelli che vengono meno usati, vale a dire che vengono ripetuti meno degli altri. Io posso benissimo ricordare una persona senza pronunziare il suo nome ed è perciò che i nomi propri vengono più facilmente dimenticati. Se vogliamo ricordare i nomi propri delle persone bisogna che siano ripetuti continuamente. D'altra parte non possiamo mai pronunciare brevi o lunghi periodi senza dover usare le piccole parole. Queste sono quindi le più esercitate e perciò anche le più facilmente ricordate.

Si è parlato anche di rappresentazioni che sorgono spontaneamente o meglio liberamente (Herbart, freisteigende Vorstellungen).

La concezione Herbartiana è comprensibile soltanto ammettendo la sua idea fondamentale delle rappresentazioni come forze. Ma una tale meccanica delle rappresentazioni non esiste e perciò non è neppure possibile ammettere rappresentazioni che sorgono nella coscienza liberamente. Tutto ciò

che ricordiamo sorge nella nostra coscienza, come abbiamo visto, per via associativa. La teoria di Herbart è in fondo una teoria intellettualistica che non tiene affatto conto di tutto il ricco campo sentimentale ed emotivo della nostra vita psichica, campo che fu già spiegato sufficientemente. Nei tempi moderni il prof. Jerusalem ha voluto spiegare le rappresentazioni spontanee per mezzo di membri intermediarii inconsci. Racconta il caso di un suo amico, il quale, trovandosi un giorno nel suo studio davanti al tavolino di lavoro, ricordò ad un tratto, senza una causa apparente, un episodio al quale aveva assistito circa trent'anni prima ed al quale non aveva mai più pensato. Si era a tale epoca trovato in campagna ove aveva incontrato, presso un prato, un vecchio, accompagnato da una povera fanciulla. Girando per la sua stanza e indagando sul come mai queste immagini gli fossero spontaneamente sorte nella sua coscienza dopo un così lungo periodo di tempo, si avvicinò ad un mazzo di fiori posto su un piccolo tavolo. In quel momento comprese: tra i fiori ve n'era uno precisamente uguale a quello che la fanciulla, coltolo dal prato, gli aveva offerto 30 anni prima, fiore che esalava un piacevole profumo e che fu causa del ricordo: Il prof. Jerusalem crede che quel profumo ~~sia stato~~ l'anello inconscio, che suscitò poi l'episodio descritto. Il Wundt ha poi dimostrato che bisogna distinguere tra cose inconscie e cose inosservate, vale a dire non appercepite. La sensazione olfattiva del fiore, è stata, secondo Wundt, nella coscienza, ma non venne osservata, vale a dire non afferrata dall'attenzione, però è stata nondi.

meno abbastanza intensa per suscitare l'immagine del prato alla quale si era rivolta l'attenzione con tutta la sua forza. Queste rappresentazioni spontanee sono state pure l'argomento di un lavoro compiuto dal prof. Kiesow, lavoro che lo condusse appunto alla conclusione, che nella nostra vita psichica sorgono moltissime volte ricordi per mezzo di rappresentazioni non osservate cioè non afferrate dall'attenzione. La concezione delle rappresentazioni spontanee, è, secondo il prof. Kiesow, una delusione che si spiega quando si pensa che non è sempre possibile trovare la vera causa della catena associativa. Se, per es., quel mazzo di fiori fosse stato portato via dalla stanza dell'amico del prof. Jerusalem, prima che il fiore in esso contenuto fosse stato scoperto, sarebbe stato impossibile stabilire la causa vera del fenomeno. Il prof. Kiesow cita nel suo lavoro moltissimi casi di tal genere.

Vi è una scuola che considera la memoria come una funzione della sostanza viva (Hering). Ove si trova sostanza viva vi è anche memoria. La teoria ha questo di vero che anche per i processi di memoria dobbiamo ammettere condizioni anatomiche e fisiologiche, condizioni che nell'organismo umano si trovano nella struttura della corteccia cerebrale. È vero anche che la memoria viene a mancare in casi in cui l'organismo è stanco, anemico o addirittura ammalato. Ma per ciò non si ha ancora il diritto di affermare che la memoria come tale sia una funzione della sostanza viva, teoria che nelle sue conseguenze ci fa piombare nel puro ma-

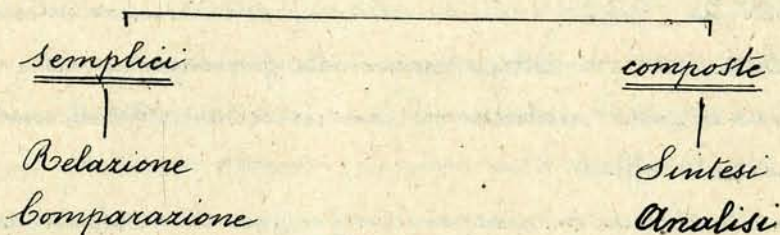
terialismo. Come abbiamo visto tutto ciò che noi diciamo memoria è subordinato a determinate leggi che non si possono spiegare per mezzo della sostanza organica come tale. „Questa rappresenta soltanto le condizioni fra le quali le funzioni psichiche possono nascere e svolgersi. Queste ultime poi seguono leggi speciali secondo la causalità psichica in parte già spiegata.

5_ I processi appercettivi
(processi psichici attivi)

Le associazioni in tutte le loro forme sono da noi state considerate prodotti psichici passivi perchè quel sentimento di attività così caratteristico pei processi di volere e d'attenzione si ammette soltanto alle combinazioni già formatesi nell'appercezione di dati contenuti psichici. Le associazioni sono quindi fatti della nostra vita psichica che possono suscitare processi di volere, ma che tuttavia non sono immediatamente sotto l'influenza di questi processi.

I processi appercittivi per contro sono fatti psichici attivi, perchè in essi il sentimento di attività, accompagnato da varie sensazioni di tensione, non solo segue le combinazioni come un loro effetto, ma le precede e quindi le combinazioni vengono apprese immediatamente come compientesi colla cooperazione dell'attenzione.

Le combinazioni appercettive comprendono una quantità di processi psichici, che l'esperienza comune suole distinguere con certe designazioni generali: come pensiero, riflessione, immaginazione, intelletto, ecc.

Essi nell'ordine dei processi psichici hanno complessivamente il valore di gradi superiori rispetto alle funzioni sensitive ed ai processi di memoria, ma presi singolarmente sono considerati di natura perfettamente diversa. Una tale diversità è specialmente ammessa per le cosidette attività fantastica ed intellettiva. La psicologia dell'associazione, considerando le combinazioni appercettive delle rappresentazioni da un punto di vista unitario, le sottomise al concetto generale dell'associazione limitata questa all'associazione successiva. Ma riducendo la combinazione appercettiva all'associazione successiva, o si trascurò le differenze essenziali sia soggettive che oggettive; o si cercò di spiegare queste differenze introducendo certi concetti presi dalla psicologia volgare, in quanto si riteneva che l'interesse e l'intelligenza avessero un'influenza sulla costituzione delle associazioni. A base di tale concezione sta però un equivoco dovuto alla mancanza di un'osservazione esatta, equivoco che si comprende quando si pensa che la psicologia delle associazioni (psicologia empirica inglese) si valse unicamente o quasi unicamente della cosidetta introspezione. Le associazioni rappresentano il materiale per le combinazioni appercettive e perciò queste ultime devono sempre fondarsi sulle prime. Ma ripetiamo che le immagini appercettive di per sè rappresentano processi superiori a quelli detti: associativi. Tenendo conto delle proprietà essenziali delle combinazioni appercettive possiamo classificare tali funzioni come segue:

A. Le combinazioni appercettive semplici

Fra tutte le funzioni appercettive la più elementare è la _relazione di due contenuti psichici fra loro_. Le basi di essa sono sempre date nelle singole formazioni psichiche e nelle loro associazioni. Il _compimento_ della relazione consiste in una speciale attività appercettiva, per cui la _relazione_ diventa essa stessa uno speciale contenuto della coscienza, contenuto che si distingue da altri contenuti, coi quali è in relazione reciproca, ma che è con essi saldamente legata. Quando ad es. in un processo di riconoscimento acquistiamo la certezza dell'identità di un oggetto, con un altro già percepito antecedentemente, allora alla associazione va unita anche una funzione appercettiva, sotto la forma di attività di relazione.

Intantochè il riconoscimento rimane una pura associazione, la relazione si limita al _sentimento_ di conoscenza (Bekanntheisgefüll) che segue. Se invece all'associazione si aggiunge la funzione appercettiva, allora quel sentimento di conoscenza diventa un sostrato rappresentativo, in quantochè la rappresentazione anteriore viene non soltanto (rispetto

al tempo) distinta dall'impressione nuova, ma messa in relazione con quest'ultima. In tal modo la relazione resta sempre determinata da associazioni e si collega sempre alla formazione della comparazione cosicchè ambedue possano essere considerate come funzioni parziali affini.

La comparazione si compone di due funzioni elementari fra loro strettamente connesse: della concordanza e della distinzione intendendo per la prima la determinazione della concordanza e per la seconda quella delle differenze.

Noi incominciamo già a paragonare gli elementi psichici, le sensazioni ed i sentimenti semplici e composti e secondo le loro concordanze e differenze e li disponiamo in determinati sistemi, ciascuno dei quali contiene gli elementi più affini. In ciascun sistema poi, specialmente in un sistema di sensazioni, è ancora possibile una comparazione: dei gradi di intensità e dei gradi di qualità, alle quali può aggiungersi quella dei gradi di chiarezza, tosto che si prende in esame il modo, in cui gli elementi sono dati alla coscienza. Similmente la comparazione si estende alle formazioni psichiche composte. Ogni formazione psichica in quanto può venir disposta in un sistema ordinato e gradatamente graduato, diventa una grandezza psichica. Il valore di una tal grandezza è possibile conoscere, quando essa sia paragonata ad altra grandezza dello stesso continuo. Una determinazione della grandezza di un elemento psichico o di una funzione psichica è possibile soltanto mediante la funzione ap-

percettiva della comparazione.

La determinazione di una grandezza psichica si distingue da quella fisica in quanto questa, potendo essere fatta in oggetti relativamente costanti, può essere compiuta in atti separati di tempo. Invece, essendovi nella coscienza un continuo flusso, possiamo paragonare due grandezze psichiche solo sotto la condizione che esse siano date in una successione. Questa condizione ne porta con se altre due: in primo luogo, la comparazione psichica non ha alcuna misura assoluta, e quindi è di una validità relativa; in secondo luogo, comparazioni di grandezze possono essere fatte solo per grandezze di una medesima dimensione. Perciò riesce impossibile trattare le grandezze psichiche come trattiamo le grandezze fisiche cioè ridurle ad analoghe unità di misura.

Un'altra conseguenza di tali condizioni di cose è che non si possano direttamente stabilire rapporti tra grandezze psichiche di qualsiasi natura, ma una comparazione immediata è possibile solo in certi casi speciali. Questi sono: 1) l'eguaglianza di due grandezze psichiche: 2) la differenza appena avvertibile di due grandezze; ad es. di due intensità di sensazioni, aventi qualità eguali, oppure di due qualità di sensazioni appartenenti alla stessa dimensione e aventi eguale intensità: 3) l'uguaglianza tra due differenze di grandezza, specialmente se queste due appartengono direttamente a domini di grandezza che si limitino a vicenda.

Da questi tre casi, in cui è possibile una comparazione

immediata, risultano tre metodi di ricerca, metodi ricordati più volte nello svolgimento del corso, e che si usano per le indagini della soglia dello stimolo e della soglia di differenza. Questi metodi sono: 1) il metodo delle variazioni minime: 2) il metodo degli errori medi; 3) il metodo dei casi giusti e falsi.

B. Le funzioni composte dell'appercezione (Sintesi e Analisi)

Dalle funzioni semplici della relazione e della comparazione sorgono le due funzioni psichiche composte della sintesi e dell'analisi. La sintesi è il prodotto dell'attività percettiva che stabilisce la relazione, l'analisi di quella che raffronta.

La sintesi appercettiva come funzione **connettente** si fonda su fusioni ed associazioni e si distingue da queste per il fatto che può liberamente preferire alcuni fra i componenti rappresentativi e sentimentali offerti dall'associazione e respingerne altri. I motivi di questa scelta possono generalmente trovare spiegazioni solo nell'intero sviluppo anteriore della coscienza individuale. Il prodotto della sintesi è quindi un tutto composto, le cui parti costitutive sono in complesso originate da anteriori sensazioni e da associazioni di queste, ma in cui la combinazione di queste parti si allontana più o meno dalle impressioni reali e dalle loro associazioni immediatamente date nell'esperienza.

Dicesi una rappresentazione totale una formazione prodotta da sintesi appercettiva perchè in essa i componenti rappresentativi possono considerarsi come le basi di tutto il restante contenuto. La rappresentazione totale come per ciascuno dei suoi componenti rappresentativi è detta anche rappresentazione fantastica o immagine fantastica, quando la combinazione degli elementi appare del tutto come speciale, e notevolmente diversa dai prodotti di fusione e di associazione delle impressioni.

Alla rappresentazione totale prodotta da sintesi appercettiva si collega, sotto due forme, la funzione appercettiva che agisce in senso opposto, l'analisi. La prima di queste forme è conosciuta sotto il nome di attività fantastica, la seconda sotto quello di attività intellettiva. Queste due forme in realtà non sono affatto processi diversi, come il nome farebbe supporre, ma sono assai affini e quasi sempre collegati fra di loro. Ciò che le distingue, e su cui si fondono tutte le altre differenze secondarie di queste forme dell'analisi appercettiva, come pure le reazioni che esse esercitano sulla funzione sintetica è la ragione fondamentale che le determina.

Questa consiste per l'attività fantastica nella riproduzione di fatti dell'esperienza reale o analoghe alla realtà. L'attività fantastica, appoggiandosi immediatamente all'associazione, è la forma originaria dell'analisi appercettiva. Essa comincia con una rappresentazione totale; questa è poi costituita da vari elementi rappresentativi e

sentimentali, ed abbraccia il contenuto di un fatto psichico composto, nel quale le singole parti che lo costituiscono sono dapprima marcate solo in un modo determinato. Ma poi la rappresentazione totale, per una serie successiva di atti si scompone in una quantità di formazioni pratiche connesse e meglio determinate in parte rispetto al tempo e in parte rispetto allo spazio. Cosicchè ad una prima sintesi volontaria si collegano atti analitici, dai quali possono sorgere nuovi motivi per una nuova sintesi, e quindi per una ripetizione dell'intero processo con una rappresentazione totale o parzialmente mutata o più limitata.

L'attività fantastica ha poi due gradi di sviluppo. Il primo, più passivo, deriva immediatamente dalle solite funzioni della memoria. Essa si trova di continuo nel corso del nostro pensiero, sotto la forma di anticipazione del futuro ed esercita come preparazione ai processi di volere, un ufficio importante nello sviluppo psichico. Esso può anche svolgersi similmente come se col pensiero ci trasportassimo volontariamente in condizioni immaginarie di vita o di successione di fenomeni esterni. Il secondo grado di sviluppo, quello più attivo, sta sotto l'influenza di rappresentazioni finali saldamente ritenute e presuppone un più alto grado di costituzione volontaria delle immagini fantastiche e una più alta misura di azioni, in parte d'arresto in parte di scelta, di fronte alle immagini mnemoniche che sorgono spontaneamente.

La sintesi originaria della rappresentazione totale è qui più sistemata. Una rappresentazione totale sorta già una volta è più saldamente ritenuta e scomposta nei suoi componenti da un'analisi più completa: in essa questi componenti costituiscono spesso rappresentazioni totali di nuovo subordinate, alle quali si può applicare lo stesso processo di analisi. Così il principio della divisione organica secondo un fine domina tutti i prodotti e i processi dell'attività fantastica, e ciò appare più evidente nei prodotti dell'arte.
Inoltre nella comune azione libera della fantasia si trovano in questa relazione i più varii passaggi fra l'attività fantastica passiva, che si collega alla funzione della memoria e l'attività fantastica attiva guidata da intenti meglio fissati. Quindi il contenuto delle funzioni appercettive abbracciate sotto il nome di "fantasia", sta nella riproduzione di fatti psichici reali o rappresentabili come reali

La ragione fondamentale dell'"attività intellettiva" è l'appercezione delle concordanze e delle differenze che esistono fra i contenuti d'esperienza, come pure degli altri rapporti logici che si sviluppano da quelle. L'attività intellettiva origina proprio dalle rappresentazioni totali, nelle quali esperienze reali o rappresentabili come reali sono poste a volontà in relazione e sono collegate in un tutto unico. Ma l'analisi che segue non consiste più semplicemente nel rendere più chiari i componenti della rappresentazione totale, bensì nel determinare i vari rapporti, nei quali stanno

stanno quei componenti, rapporti che si ottengono mediante la formazione di comparazione.

Per questa più stretta applicazione delle funzioni elementari di relazione e di comparazione, l'attività intellettiva ubbidisce a più salde leggi nella sua forma esterna principalmente poi nei suoi gradi più completi. Il principio valevole per l'attività fantastica come pure per la semplice attività di memoria - cioè che le relazioni di contenuti psichici diversi, quando sono appercepite, non ci sono offerte simultaneamente ma successivamente, così che si procede da una relazione ad una successione - diventa nelle funzioni intellettive la regola della divisione discorsiva delle rappresentazioni totali. Questa trova la sua espressione nella legge della dualità delle forme logiche del pensiero, per la quale l'analisi proveniente dalla comparazione delle relazioni scompone il contenuto di una rappresentazione totale dapprima in due parti, soggetto e predicato; per ciascuna di queste poi si può ripetere la stessa cosa. Le suddivisioni che ne seguono, sono designate dalle categorie grammaticali che si contrappongono a due a due e sono analoghe nel loro rapporto logico al soggetto e al predicato: le categorie di nome e attributo, verbo e soggetto, verbo ed avverbio. In tal guisa dal processo dell'analisi appercettiva deriva il giudizio, che nel discorso è espresso dalla proposizione.

Per la spiegazione psicologica della funzione del giudizio è necessario di considerarla non come una funzione sintetica, ma come una funzione analitica. Le rappresentazioni

totali originarie, che il giudizio divide in parti tra le quali esistono rapporti reciproci, corrispondono perfettamente alle rappresentazioni fantastiche. Ma i prodotti di scomposizione non sono come nell'attività fantastica, rappresentazioni fantastiche di più limitata estensione - di maggior chiarezza, ma rappresentazioni di concetti (idee) E con tale espressione noi indichiamo quelle rappresentazioni che stanno, rispetto alle altre rappresentazioni parziali appartenenti allo stesso tutto, in una qualsiasi delle relazioni che si ottengono applicando ai contenuti rappresentativi le funzioni generali della relazione e della comparazione. Chiamando, un pensiero, la rappresentazione totale, sottoposta a tale analisi, il giudizio è la scomposizione di un pensiero nelle sue parti e il concetto è il prodotto di tale scomposizione.

I concetti ottenuti in tal modo, si dispongono in certe classi generali a seconda dell'analisi fatta e cioè in concetti di oggetti, proprietà, stati. La funzione del giudizio, scomponendo una rappresentazione totale, pone un oggetto in relazione ad una proprietà o ad uno stato, oppure diversi oggetti in relazione tra loro. Il singolo concetto poi non può mai essere rappresentato isolato, essendo esso nel tutto della rappresentazione legato sempre ad un'altro concetto o ad una pluralità di altri concetti; cosicchè le rappresentazioni di concetto si distinguono in modo evidentissimo dalle rappresentazioni di fantasia a causa della loro indeterminatezza ed invariabilità. Questa indetermina-

terza è accresciuta essenzialmente anche da un altro fatto; in seguito al risultato concorde di diverse scomposizioni del giudizio si costituiscono quei concetti, che si incontrano come componenti di molte rappresentazioni variabili nella loro natura concreta, cosicchè un unico concetto esiste in un numero infinito di singole modificazioni.
A tali concetti generali che, a causa dello estendersi dell'analisi di relazione a diversi contenuti di giudizio, costituiscono qualità prevalenti dei concetti, corrisponde però sempre un gran numero di singoli contenuti rappresentativi. Così non resta più che a scegliere una qualsiasi rappresentazione come rappresentante del concetto. In tal modo le rappresentazioni del concetto acquistano alla loro volta una maggiore determinatezza. Però nel tempo stesso con ogni rappresentazione di tal natura si collega uno stato speciale di coscienza che di solito si esplica sotto la forma di un sentimento particolare che si può chiamare sentimento del concetto.

Le attività fantastica ed intellettiva non sono dopo tutto quanto si è detto, funzioni specificatamente diverse, ma funzioni che vanno insieme e che non si devono separare nella loro origine e nelle loro estrinsecazioni: funzioni che si riconducono alle stesse funzioni fondamentali della sintesi e dell'analisi appercettive. Anche i concetti fantasia ed intelletto hanno lo stesso valore che il concetto di memoria. Essi non designano facoltà uniche ma fenome-

complessi, nei quali i processi psichici elementari non si manifestano in modo specifico ma generale. Come la memoria è un concetto generale per i processi di memoria così fantasia ed intelletto sono i concetti generali per determinate direzioni delle funzioni appercettive. Essi presentano un certo vantaggio pratico solo perchè offrono un comunodo mezzo per ordinare le differenze infinitamente varie di disposizioni, che gli individui mostrano nei processi intellettuali, entro certe classi, nelle quali sono poi possibili gradazioni varie. Trascurando le differenze generali di grado, si possono distinguere, come forme principali delle doti della fantasia, la fantasia <u>intuitiva</u> e la combinativa; come forme principali delle doti di intelletto, la <u>induttiva</u>, rivolta specialmente alle singole relazioni logiche e alle loro connessioni, la <u>deduttiva</u>, indirizzata piuttosto ai concetti generali e alla loro analisi.

6_ Alcuni cenni sull'ereditarietà.

Il problema dell'ereditarietà, della trasmissione, cioè, della proprietà e dei caratteri acquisiti dai genitori ai generati, è un problema del massimo interesse e di grande importanze anche per gli studi psicologici in quanto si tratta di determinare, mediante la soluzione di esso, se siano trasmessibili le proprietà anamotaco-fisiologiche necessarie perchè si ripetano nei discendenti certi determinati fatti psichici caratteristici nell'ascendente, o se lo sviluppo di essi non dipenda esclusivamente dall'ambiente in cui l'indi-

viduo nasce e si sviluppa. Gli studi compiuti a tutt'oggi non hanno ancora risolto tutte le difficoltà e superato tutti gli ostacoli numerosissimi, che si frappongono nella ricerca, ma hanno tuttavia fatto qualche strappo nel fitto velo che avvolge il mistero della generazione, sì che qualche aspetto o fatto potè essere portato in piena luce coi caratteri della certezza.

Secondo la teoria di Darwin sono trasmissibili ai discendenti anche i caratteri acquisiti dai genitori, mentre Weissmann e altri sostengono anche a questo riguardo la teoria della selezione. Essi sono a questo proposito più darwiniani di Darwin stesso, però i fatti osservati fino ad ora parlano in favore della teoria di Darwin.

Dalle esperienze fatte si scoprì, ad es., che se si semina del frumento - il cui frutto matura nella parte centrale dell'Europa in un determinato tempo - in un campo di una regione del nord, e dopo qualche generazione si riporta il seme nel primitivo terreno, il nuovo frutto impiega per giungere a maturazione un tempo maggiore, dovendo la pianta che ha portato con sè delle nuove qualità acquisite, addattarsi di nuovo all'ambiente, qualità, che hanno modificato la sostanza viva della pianta stessa e che sono rimaste in essa. All'insieme di queste qualità acquisite e trasmissibili al Simon diede il nome di <u>engramma</u>.

Ricordiamo che perchè nasca un nuovo individuo pluricel-

lulare, animale o vegetale, è sempre necessario che si compia la fecondazione, che cioè avvenga la fusione di due cellule germinative, maschile l'una, femminile l'altra, dando origine ad una nuova cellula. Questa poi si divide e si suddivide in numerosissime cellule, le quali, organizzandosi, costituiscono poi il nuovo individuo. Quanto continuamente avviene nello sviluppo individuale è quanto si è sviluppato filogeneticamente. Bisogna assolutamente ammettere che l'uomo si è sviluppato per evoluzione e le ricerche condotte su questi studi condussero alla cognizione che l'uomo e la scimmia derivano da uno unico capostipite dei Lemuridi (fig. 202)

I fatti che condussero a questa affermazione sono le affinità esistenti fra i due esseri. Per es., i corpuscoli del Meissner si trovano solo nell'uomo e nella scimmia; il sangue loro ubbidisce alle stesse leggi di reazione e non riesce velenoso come quando viene immesso da un animale in un altro di categorie non affini, ecc.

È errore credere che i grandi scienziati vogliano che una scimmia superiore si sia sviluppata direttamente nell'uomo. Nessuna biologia moderna ammette una tale sciocchezza. Le scimmie tanto del mondo moderno come quelle del mondo antico rappresentano rami laterali del grande albero genealogico. Gli anelli che rappresentano la catena di sviluppo per le varie razze umane non sono ancora ben riconosciuti, ma è fuori dubbio che

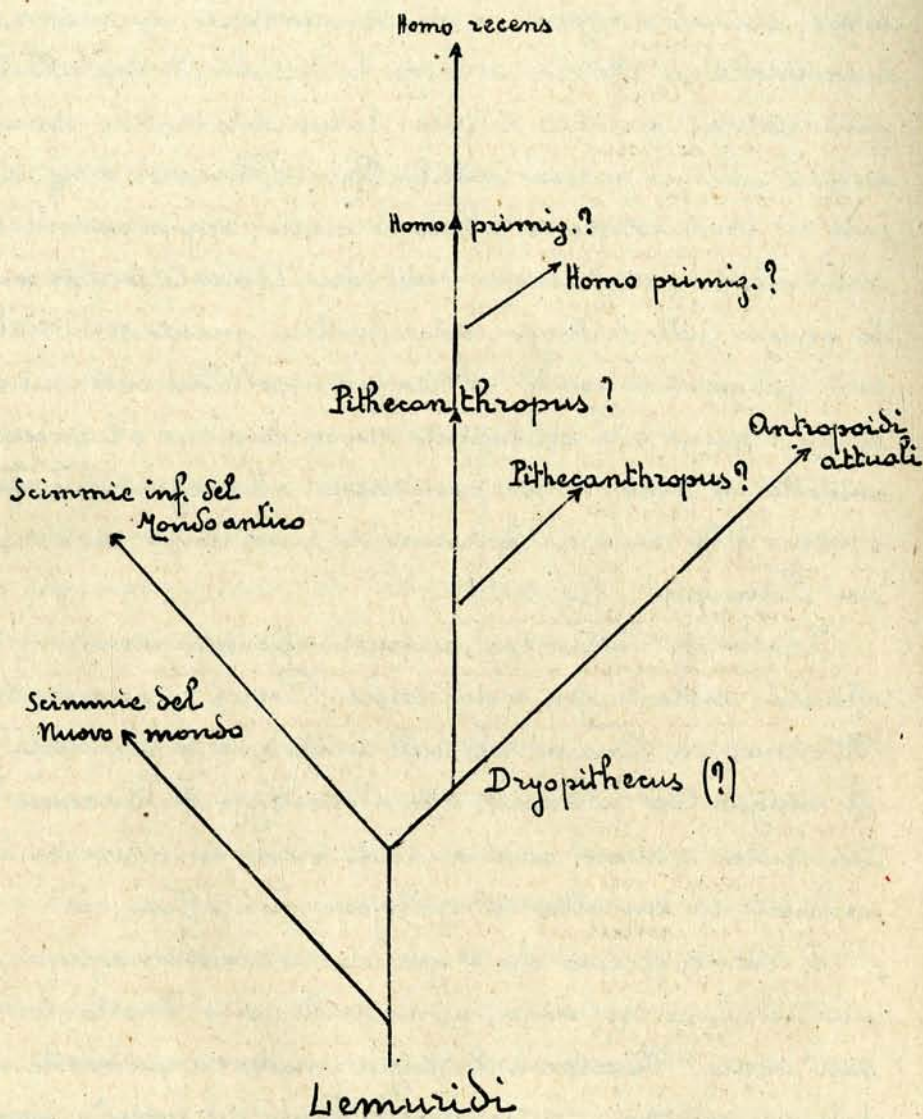



Fig. 202. Albero genealogico schematico secondo G. Schwalbe.

essi sono esistiti. D'altra parte tutte le ricerche fatte per stabilire le affinità fisiche tra le razze umane e le scim-

mie confermano che la teoria della evoluzione vale anche per l'uomo. Nondimeno vi rimane grande differenza tra l'uomo e le scimmie superiori. La scimmia rimane sempre animale propriamente detto ed in essa non si osserva alcun progresso spirituale attraverso i secoli. L'Orang-Utang fa il suo nido oggi, come lo faceva diecimila anni fa. Per contro nell'uomo osserviamo un continuo progresso, sia intellettuale, sia morale e ciò in seguito ai processi appercettivi attivi, che nel regno animale mancano o vi sono tutt'al più appena abbozzati. Il regno animale si ferma allo sviluppo dei processi associativi con leggero accenno ai processi appercettivi. L'uomo soltanto si eleva sopra questo regno e forma la corona della grande evoluzione della vita sulla terra. Con ciò non è minimamente negata l'esistenza di un pensiero divino che si manifesta tanto nella natura quanto nella storia. Che la razza umana sia assai più antica di quanto le precedenti teorie ammettevano, risulta dall'innegabile fatto che l'uomo esisteva già durante il periodo diluviano. Pare inoltre accertato, secondo le ultime ricerche che abbia già esistito durante il cosidetto periodo terziario.

a. La legge di {Giovanni} Gregorio Mendel

nato 1822 nella Slesia Austriaca – morì nel 1884

Mendel aveva studiato le scienze della natura ed era stato professore di fisica. Fattosi frate dell'ordine degli Agostiniani, x(padre Gregorio) trovò nella tranquillità del suo convento il

nel monastero di Brünn –
Dal '51 al '53 frequentò l'Univ. di Vienna a spese del monastero. Studiò fisica e m[...]
nel 1868 divenne abate.

Studiò i piselli e le api.
nel 1866 pubblica lo studio sui piselli
nel 1900 la legge di M. fu riscoperta da De Vries, Correns, Tschermak.
e seguita dal Bateson.

[...]tempo di studiare il grande problema della ereditarietà.
L'idea geniale del Mendel si deve vedere nel fatto che egli scelse per le sue ricerche, come materiale di studio, il regno vegetale ove le condizioni sono molto più semplici che non in quello animale. In entrambi i regni le leggi fondamentali sono le stesse e come nel regno animale, anche tra le piante si trovano i due sessi coi rispettivi organi per la rigenerazione. L'argomento dello studio del Mendel furono gli ibridi e come campione scelse i piselli. Cosa succede quando si accoppia un pisello a fiori rossi a un altro a fiori bianchi? Ecco il problema semplice sì, ma assai complicato ed interessante del Mendel. Il risultato delle sue esperienze fu stupefacente. Nella prima generazione vale a dire i figli di queste due specie di piselli, avevano tutti i fiori rossi. Accoppiando poi individui di questa prima generazione il risultato ottenuto fu ancor più interessante. Il rapporto tra i fiori di questa seconda generazione, cioè tra i nipoti delle prime piante, fu il seguente: quattro piante [tre] con fiori rossi ed una con fiori bianchi. Delle tre prime piante però con fiori rossi, uno conservava, accoppiato con piante della stessa serie, sempre il fiore rosso, come la pianta con fiori bianchi, accoppiata con un altra di fiori bianchi della stessa serie, conservava continuamente lo stesso colore. Dalle altre due piante coi fiori rossi, si ottenne, accoppiate nello stesso modo cioè con piante della stessa serie, nelle sucessive generazioni sempre

[Margin notes:]
fece i suoi esperimenti nel giardino del convento per 8 anni

1ra Piselli commest[ibili] e Piselli coi fiori fragranti

1a generazione tutti rossi!

una rossa
due bianco-rosse
una bianca

il medesimo rapporto, cioè: 1:2:1, vale a dire un pisello di fiori rossi, che si conservava rosso; due di colori rossi, entro i quali si ripeteva continuamente il medesimo risultato (1:2:1) ed uno di color bianco che conservava nelle successive generazioni sempre il color bianco. La figura 203

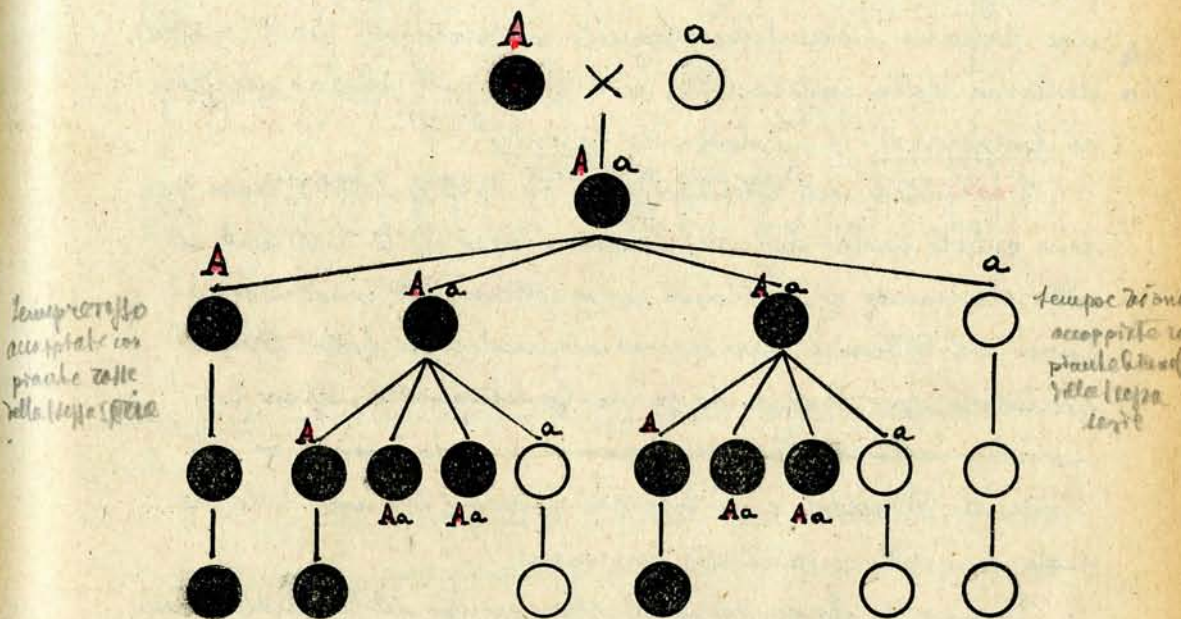



Fig. 203

illustra questi importanti ed interessanti risultati. In essa i dischi neri (A) rappresentano piante con fiori rossi ed i dischi bianchi (a) rappresentano piante con fiori bianchi, mentre i dischi neri (A a) rappresentano gli ibridi. Con uno sguardo dato al disegno si comprende facilmente la legge trovata dal Mendel. Gli ibridi debbono sempre conte-

tenere qualità tanto del pisello rosso quanto del pisello bianco, benchè ai nostri occhi essi sembrino possedere soltanto qualità del pisello rosso. Ciò vuol dire che vi è qualcosa di latente nell'ibrido, (il suo potenziamento!) contenuto bensì nella sostanza germinativa, ma non abbastanza forte per manifestarsi ai nostri occhi nella prima generazione. Il Mendel introdusse pei fatti trovati due termini divenuti in seguito importanti per l'intera dottrina della ereditarietà, cioè vi è nell'ibrido qualcosa di dominante e qualcosa di latente.

I risultati del Mendel, pubblicati tra il 1865 e il 1869, non furono subito molto diffusi. Tanto è vero che lo Czermak ed altri studiando i problemi in questione all'insaputa dei lavori del Mendel, pervennero ai medesimi fatti. Questi scienziati, però, studiando poscia la letteratura, ebbero la grande onestà di fare conoscere al mondo scientifico gli studi di Mendel e di lasciare a questi l'onore della scoperta di questi importanti fenomeni.

Tra quelli che ripeterono gli sperimenti del Mendel, ricordiamo il Weinberg. Questi sperimentò sul grano turco ed asserì, che dall'incrocio di una pianta a semi striati, con un'altra a semi lisci si hanno nelle successive generazioni gli stessi risultati ottenuti dal Mendel. La fig. 204 rappresenta i fatti trovati dal Weinberg e che concordano con quelli del Mendel. In essa il seme striato è indicato con un quadratino tagliato completamente da trasversali, il seme liscio è indicato con un quadratino vuoto e l'indivi-

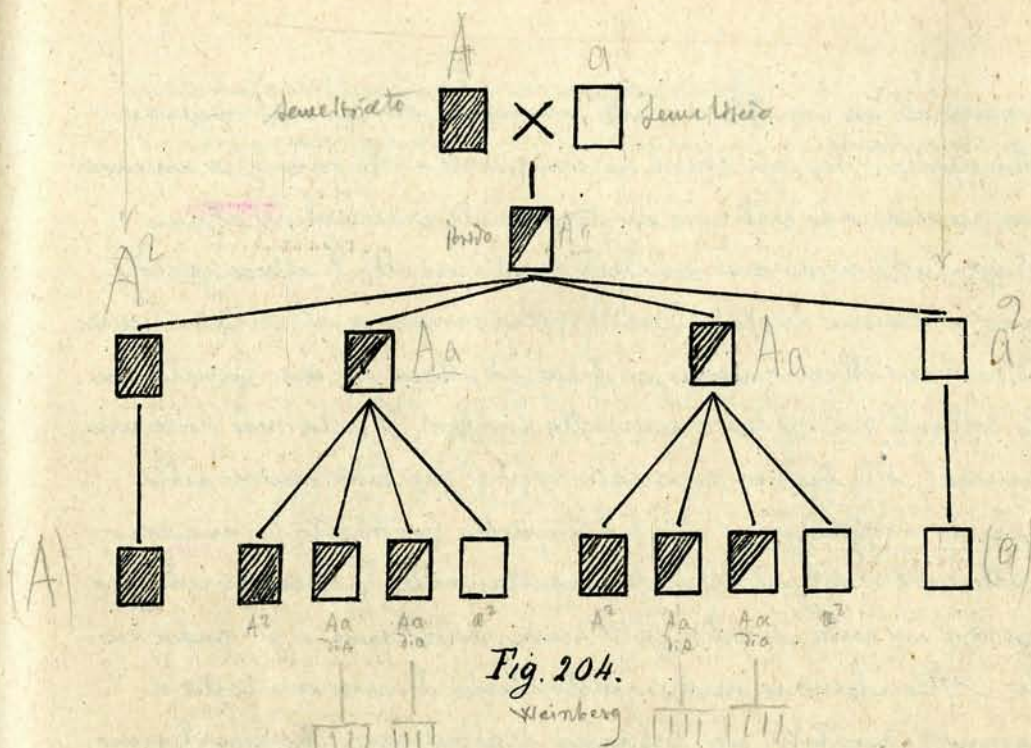



Fig. 204.

duo ibrido con un quadretto per metà tagliato da trasversali.

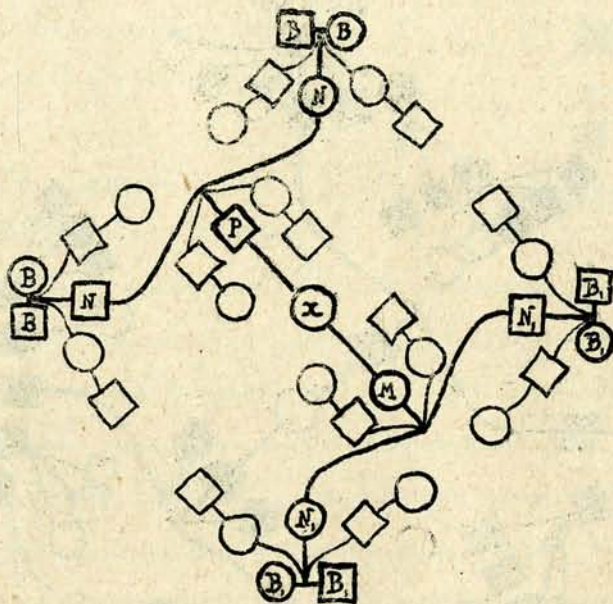
La legge di Mendel si è potuto confermare poi anche in animali che rapidamente si moltiplicano. Il rapporto può essere qui un pò diverso, ma la legge in generale si conferma sempre.

Era naturale pertanto ricercare, in base ai risultati del Mendel, le leggi che governano l'ereditarietà nella razza umana. È chiaro che qui non si può sperimentare come sulle piante e sugli animali, però se la legge di Mendel ha valore fondamentale essa deve verificarsi anche nelle famiglie umane. Ed è veramente così: vi è anche nella discendenza di due individui umani sempre un momento

dominante ad un altro latente, momento dovuto o al padre o alla madre. Per gli studi da compiersi nelle famiglie umane era necessario lo sviluppo di diverse altre discipline affini. Sopratutto si doveva stabilire esattamente l'albero genealogico e trovare metodi adatti per arrivare a risultati sicuri. Nei vari alberi genealogici fino ad allora si era tenuto conto soltanto del padre e non della madre. Basta però dare uno sguardo alle figure riportate sopra per convincersi della grande importanza che ha a questo proposito la madre. Alle volte è difficile stabilire esattamente l'albero genealogico perchè in certi casi il padre nominale, non è il padre reale. Nondimeno anche questi studi hanno condotto a grandi risultati, nè bisogna dimenticare che così hanno un'importanza notevole in pedagogia, perchè un alunno si può conoscere completamente soltanto quando si conosce l'ambiente dal quale deriva e nel quale è cresciuto.

In linea generale per stabilire l'albero genealogico delle persone da esaminare basta risalire fino ai bisnonni. A tale proposito il Sommer propone lo schema riportato nella figura 205. In esso l'individuo, per il quale si vuol stabilire l'ascendenza viene messo nel centro (x). A destra ed in basso di esso sta la madre (M) a sinistra ed in alto sta il padre (P). In tutto lo schema i quadrati significano sempre i maschi, i centri (cerchi) le femmine. Inoltre in $N_1 N_1$ sono segnati i genitori della madre (M) e in $B_1 B_1 B_1 B_1$ i nonni di questa, così pure in NN e in $BBBB$

i relativi genitori e i nonni del padre (P).

In questo modo si può vedere ciò che è dominante o la-

- Fig 205 -

tente, sia da parte del padre o della madre, rispetto alla grandezza corporea, al colore degli occhi e dei capelli, alla forza muscolare, ai difetti, come la miopia la cecità ai colori, ecc. ecc. In tal guisa si può inoltre stabilire ciò che è dominante o latente rispetto alle disposizioni psichiche, come il talento musicale, il talento matematico, fisico, ecc. ecc.

La figura 206 riporta l'ereditarietà rispetto al talento musicale. In essa ■ e ● significa l'individuo amusicale; ▨ e ◍ = molto musicale; ▩ e ◉ = un po' musicale; □

e O = gli individui per i quali non si è potuto rintracciare le

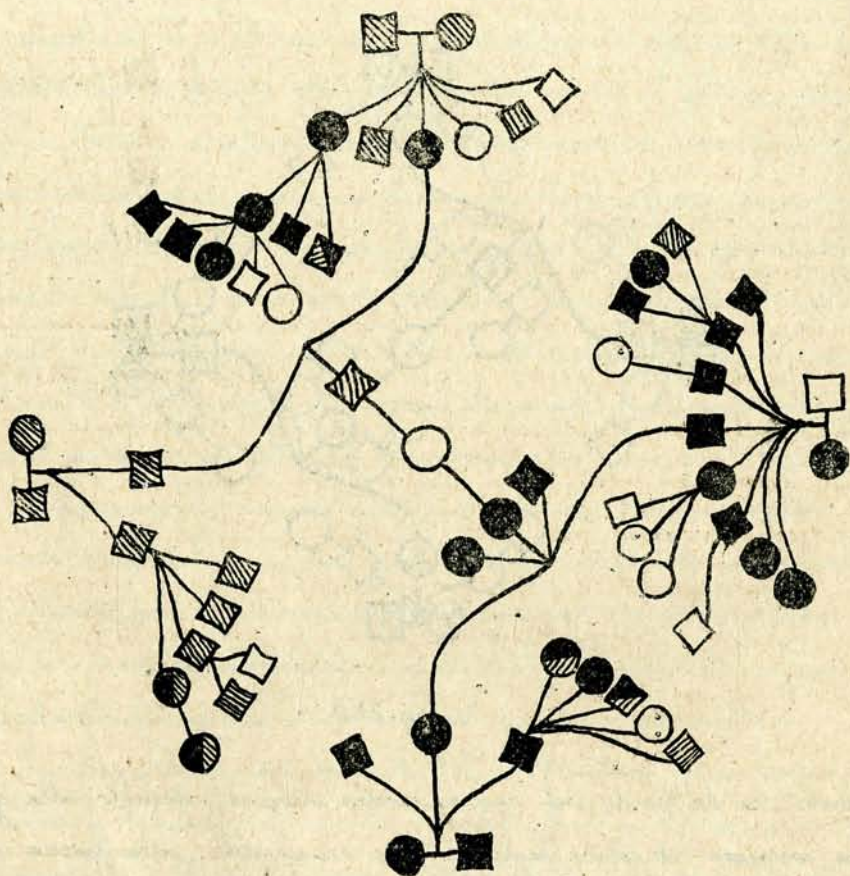



Fig. 206.

disposizioni.

La figura 207, tolta dal libro del Davenport dimostra la ereditarietà di una grande forza muscolare pervenuta ad un maschio dal suo nonno. Ciò che è dominante rimane quindi nel maschio. In questo esempio vediamo pure

verificarsi la legge di Mendel, in quanto nella seconda generazione il rapporto tra i maschi è 1: 2. La forza muscolare è rappresentata dai quadretti neri.

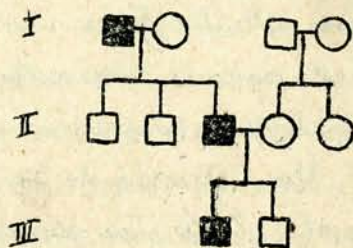



Fig 207

La fig. 208, pure tolta dal Davenport, dimostra la ereditarietà del talento musicale. Il talento molto pronunciato è indicato dai quadratini e dai cerchi tratteggiati (▨ ◍).
Un quadratino tratteggiato in un altro significa disposizione musicale, ma non molto pronunciata. I quadratini e i cerchi in nero (■ ●) indicano gli individui amusicali. Si comprende senz'altro in questa figura ciò che è dominante e si scorge pure un certo rapporto tra i figli secondo la legge di Mendel.

Citiamo ancora il seguente esempio. Se un uomo cieco ai colori sposa una donna con vista normale, allora di quattro figli, tre ereditano il difetto del padre ed uno no.

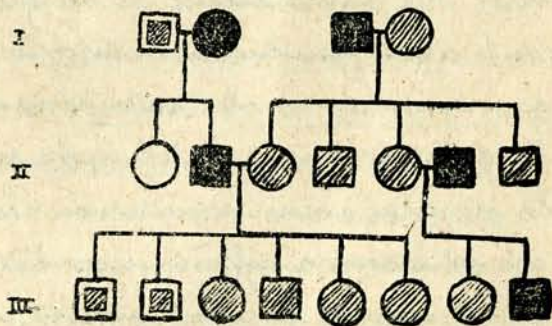



Fig. 208

Se di tale difetto è affetta invece la madre ed il padre no, allora su quattro

figlie, tre sano di vista normale, ed una sola ne è colpita.
Però nelle tre figlie di vista normale il difetto è latente, ed esse possono trasmettere la cecità ai loro figli, anche quando sposano uomini con vista normale.

Un interessante esempio ci dà l'albero genealogico di Goethe. Egli non rassomigliava nè al padre, nè alla madre, ma alla mamma di sua madre (alla nonna). Ciò vuol dire che nella sostanza germinativa della madre di Goethe erano latenti qualità fisiche della nonna. L'albero genealogico di Goethe dimostra inoltre che per il suo grande talento artistico era dominante tutta la linea femminile, perchè esso deriva in ultima analisi dalla figlia del grande pittore Luca Cranach.

La spiegazione della trasmissione di caratteri e di tendenze da una generazione all'altra ci viene data dalla biologia, la quale, in base a ricerche compiute in merito, è venuta alla constatazione di un fatto importantissimo. Mentre le cellule germinative maschili sono un prodotto dell'organismo individuale, nella donna il numero degli elementi germinativi, cioè delle uova si trova abbozzato fin dalla nascita, e non si rinnova. Per tal fatto si comprende che dalla donna possano essere trasmesse ai figli disposizioni ereditate dai suoi genitori, benchè rimaste in essa stessa latenti.

Basta poi soltanto accennare all'importanza che i fatti esposti hanno in criminologia. Il matrimonio tra

individui moralmente sani con individui delinquenti può avere delle conseguenze nel senso della legge di Mendel. Il prof. Kiesow consiglia di trattare un piccolo delinquente, che potrebbe trovarsi in mezzo ad un certo numero di alunni, in un modo speciale. Quando si tratta ad es. di delinquenti, che guastano l'intero ambiente, allora conviene allontanarli. Quando invece si tratta di tendenze cattive, anormali, allora bisogna sviluppare nell'individuo abitudini e tendenze contrarie a quelle che dimostra di avere.

7. I temperamenti.

Nel corso dei nostri studi abbiamo visto come nei vari individui si siano disposizioni diverse e vi si distinguono tipi rappresentativi, mnemonici, ecc. Tra le varie disposizioni individuali distinguiamo quelle che stanno in rapporto colle emozioni e cogli atti volitivi da quelli che si riferiscono a diversità intellettuali. Le varie disposizioni emotive denominiamo col termine temperamento, quelle che si riferiscono alle disposizioni volitive diciamo i vari caratteri. Le disposizioni che stanno in rapporto colle varie dotazioni intellettuali ci conducono allo studio dei vari talenti e del genio. Il temperamento è dunque una disposizione emotiva.

Che tali differenze individuali esistano viene ammesso da tutti; si tratta soltanto di classificarle e di comprenderle. Dopo la caduta della teoria dello pneuma, introdotta da Aristotele, il

Galeno introdusse la dottrina degli umori. Vi sono, secondo il Galeno, quattro umori nel nostro organismo e cioè: il sangue, il muco, la bile gialla e la bile nera. Dalla mescolanza di questi umori dipende lo stato di salute: dominante l'uno o l'altro sopra gli altri vi sono disturbi. Da questi quattro umori dipendono anche i temperamenti, che il Galeno distingue a seconda dei quattro umori e cioè: in temperamento collerico, sanguigno, melancomico, flemmatico.

Benchè la teoria del Galeno sia stata abbandonata da lungo tempo, i quattro temperamenti si sono conservati e non soltanto nell'opinione popolare ma anche nella scienza e ciò per il fatto che la distinzione di quattro temperamenti, come tale, poggia su osservazioni psicologiche.

Il Kant, traducendo i termini del Galeno in tedesco, parla del temperamento a sangue leggero (sanguigno); del temperamento a sangue pesante (melancomico); del temperamento a sangue caldo (collerico) e del temperamento a sangue freddo (flemmatico). Questa distinzione è giustificabile quando si tiene conto dei contrasti che esistono nel cambiamento dei moti d'animo; contrasti che riguardano da una parte l'intensità e dall'altra la velocità delle emozioni stesse. Noi osserviamo emozioni forti nel collerico e nel melancomico, mentre le emozioni non sono molto intense nel sanguigno e nel flemmatico. D'altra parte osserviamo emozioni rapide nel collerico e nel sanguigno ed emozioni lente nel melancomico e nel flemmatico. Portando questi fatti

in uno schema, abbiamo:

	Emozioni forti	Emozioni deboli
Emozioni rapide	collerico	sanguigno
" lente	melanconico	flemmatico

Noi osserviamo poi differenze di temperamento non solo tra i vari individui, ma eziandio tra popolazioni. Ogni temperamento ha il suo vantaggio e il suo svantaggio perciò il pedagogista deve educare l'individuo in modo che non si lasci dominare da un solo temperamento, bensì li unisca in sè armonicamente tutti e quattro. Noi dobbiamo essere sanguigni nelle piccole gioie e nei piccoli dolori della vita, melancolico nelle ore più gravi della nostra esistenza, in avvenimenti importanti. Dobbiamo essere collerici di fronte ad impressioni suscitanti interessi profondi e flemmatici quando si tratta di mettere in atto decisioni prese.

In relazione coi temperamenti sta la disposizione volitiva, ciò che si dice comunemente il <u>carattere</u>. Si parla di un carattere <u>fermo</u>, di un carattere <u>debole</u> e di un carattere <u>oscillante</u>. È senz'altro chiaro che anche riguardo alla formazione del carattere il pedagogista deve tener conto della disposizione individuale dei suoi alunni.

Come nella disposizione emotiva e volitiva troviamo differenze anche nelle disposizioni intellettuali generalmente

dette talenti. Uno tende piuttosto alla matematica, un'altro ha grande facilità nell'imparare le lingue straniere, un terzo ha tendenza verso la ricerca scientifica, un quarto verso un'arte, e così via. Bisogna però distinguere il talento dal genio. Il talento si sviluppa facilmente, quando si trova nell'ambiente adatto, ma si perde anche facilmente quando l'ambiente non corrisponde alle sue disposizioni. Così vediamo ogni giorno talenti che si sono perduti o che stanno perdendosi.

Tutto è diverso nel genio. Il genio non si perde mai, esso si crea l'ambiente, rompe ogni catena per arrivare allo scopo prefissosi. In un uomo veramente geniale si nota una grande volontà, che si impone agli altri e che non si lascia combattere da nessun'altra opinione. I geni più grandi preferiscono la morte anzichè abbandonare un idea presa. In tanti casi la morte stessa diventa per loro un mezzo per far trionfare la loro idea. Sono i grandi duci che portano l'umanità avanti; essi in molti casi non vengono compresi dai loro contemporanei perchè si trovano in contraddizione con le loro concezioni. Ma nondimeno la folla deve seguire la volontà del genio, sia pure dopo averlo ucciso. È caratteristico per il genio di essere preso da poche idee. Si può dire che esso è tanto più grande quanto minore è il numero delle idee da cui è dominato. I più grandi genii dell'umanità sono sempre stati presi da una sola idea che mettono in relazione con tutte

le loro esperienze e che impongono malgrado la loro morte (Cristo, Socrate ed altri).

Si è voluto vedere nel genio qualche cosa di anormale, persino di patologico. Ora, è vero che anche il paranoico è dominato da una sola idea, ma questa è un'idea pazza. Mai il progresso umano fu fatto per idee pazze. È vero anche che tra i geni troviamo alle volte individui non morali, questo però non è affatto la caratteristica del genio, anzi i più grandi genî sono stati anche gli individui più morali. Può darsi che il genio, appunto perchè preso dalla sua idea, possa trascurare le faccende della vita comune, ma per questo non è anormale. Il genio è diverso dall'uomo normale solamente, perchè gli è superiore. Insomma le cime dell'umanità sono le personalità che la conducono avanti. Ciò che vale per l'umanità in generale vale anche per le singole manifestazioni dell'intelletto umano, per le singole scienze, per le singole arti, per le industrie, ecc. ecc. Ci vuole sempre una grande personalità che apra nuovi orizzonti.

8_ Gli stati psichici

Lo stato normale della coscienza può subire alterazioni in così varia maniera che la descrizione e lo studio di esse, come quelle che si osservano nelle malattie nervose, cerebrali e nelle alienazioni mentali, appartengono a speciali domini della patologia, domini che stanno vicini alla psicologia

o in certo modo si appoggiano ad essa. Qui si tratta soltanto di indicare le principalissime condizioni psicologiche di tali stati anormali della coscienza. Siffatte condizioni possono distinguersi in tre: 1°) nella natura anormale degli elementi psichici: 2°) nel modo in cui si compongono le formazioni psichiche: 3°) nel modo in cui le formazioni si collegano nella coscienza. Ciascuna di queste condizioni può presentarsi nelle più svariate forme concrete, però a causa della stretta connessione di questi fattori diversi, di solito non agisce per sè sola; ma esse si collegano, in quanto la natura anormale degli elementi porta pure anormalità nelle formazioni e queste alla loro volta anche alterazioni nella connessione generale dei processi di coscienza.

Gli elementi semplici, le sensazioni e i sentimenti semplici mostrano alterazioni solo nel senso, che è turbato il rapporto normale tra essi e le loro condizioni psico-fisiche. Nelle sensazioni le alterazioni si hanno per la diminuzione o per l'aumento dell'eccitabilità rispetto agli stimoli di senso (anestesia e iperestesia) dovute ad influenze fisiologiche sui centri sensoriali. Come sintomo psicologico è più importante la cresciuta eccitabilità, perchè essa è uno dei più frequenti componenti di composte perturbazioni psichiche. Similmente le alterazioni dei sentimenti semplici si manifestano con una diminuzione od un aumento di eccitabilità sentimentali negli stati di depressione e di esaltazione, che si riconoscono dal mo-

do in cui si svolgono le emozioni e i processi di volere. Per tal guisa le alterazioni degli elementi psichici possono essere dimostrate solo dall'influenza che esse esercitano sulla natura delle diverse formazioni psichiche.

Fra le alterazioni delle formazioni rappresentative quelle che dipendono da anestesie periferiche o centrali, hanno in generale solo una limitata importanza, perchè non esercitano alcuna azione radicale sulla connessione dei processi psichici. L'effetto invece è grande quando si tratta dell'accrescimento relativo dell'intensità della sensazione, prodotta da iperestesia centrale, tanto che le senzazioni riprodotte possono raggiungere l'intensità di impressioni esterne di senso. Ed allora può avvenire che pure immagini mnemoniche sono oggettivate come rappresentazioni reali: <u>allucinazioni</u>; oppure che, quando si colleghino elementi direttamenti eccitati ed elementi riprodotti, l'impressione di senso appaia essenzialmente alterata dall'intensità dei secondi elementi: <u>illusioni fantastiche</u>. Queste ultime sebbene siano poi in fondo allucinazioni appartengono per la loro natura psicologica alle assimilazioni e possono veramente essere definite come assimilazioni con forte prevalenza degli elementi riprodotti. Le allucinazioni e le illusioni fantastiche possono avvenire o per anemia o per iperanemia o anche per sostanze tossiche (alcool, etere, cloroformio, ecc). In tutti questi casi la sostanza nervosa è più eccitabile che nel caso normale ed allora si verificano

simili fenomeni. Possono pure prodursi nelle malattie ed allora si hanno caratteristiche allucinazioni nel campo delle sensazioni uditive, visive, e olfattive. Quando le illusioni fantastiche avvengono nel campo visivo, allora vengono dette visioni.

Trascurando le varie malattie mentali, troviamo le allucinazioni e visioni in due stati che rientrano nel campo della vita normale: nel sogno, nell'ipnosi. Il sogno è legato al sonno sulle cause del quale, si sono fatte molte teorie. Alcuni attribuiscono il sonno alla mancanza del sangue nel cervello e per questo si fecero esperimenti, come ad esempio, il prof. Mosso, il quale colla sua bilancia credette di scorgere che il corpo di un individuo dormiente pesa più dalla parte del tronco anziché della testa, e che nello svegliarsi esso tornasse all'equilibrio. Certo è che tutto ciò che vive ubbidisce alle leggi dello scambio materiale, e perchè questo avvenga è necessario il riposo.

Si è misurato i vari gradi del sonno e si è visto che nel normale dapprima esso è leggero ed in questo stadio vengono le allucinazioni e visioni, cioè si **sogna**, poscia il sonno diventa profondo e da questo si passa lentamente al risveglio. Si è posto il problema se nel sonno si abbia la coscienza interrotta e le opinioni al riguardo sono discordi. Il prof. Kiesow crede che la coscienza nel sonno sia veramente interrotta come avviene nello svenimento, durante il quale si parla ma non si ricorda affatto ciò che si è detto. La coscienza del sonno è poi diversa dalla

coscienza comune. Durante il sonno si possono fare calcoli, risolvere problemi difficili, in questo caso però si tratta di individui anormali. Non possiamo confrontare le rappresentazioni che si hanno nel sogno con quelle che si hanno nella realtà perchè nel sogno non si ha la percezione del tempo e dello spazio. In esso hanno grande influenza i processi associativi dovuti a semplici sensazioni, come ad es. da quelle del tatto e di posizione. Ciò che distingue il sogno dagli altri stati psichici simili ad esso, consiste nel fatto, che l'aumento di eccitabilità, attestati dalle allucinazioni si mantiene limitato alle funzioni sensorie, essendo nel sonno ordinario e nel sogno le attività esterne del volere completamente inibite.

Se invece le rappresentazioni fantastiche del sogno si collegano anche con azioni volitive, allora sorgono i fenomeni del <u>sonnambulismo</u>, affatto rari e già affini a certe forme dell'<u>ipnosi</u>.

<u>Ipnosi</u> sono detti poi certi stati affini al sonno ed al sogno, che sono prodotti da determinate influenze psichiche e nei quali la coscienza presenta un comportamento, che sta tra la veglia e il sonno. La causa principalissima del sorgere dell'ipnosi è la <u>suggestione</u>, cioè la comunicazione di una rappresentazione ricca di sentimento, che di solito è fatta da una persona estranea sotto forma di comando (suggestione esterna) e talora è anche prodotta dall'ipnotizzato stesso (auto-suggestione). Le più frequenti forme di auto-suggestione sono il comando ed il proposito di dormire, di

compiere certi movimenti, di avvertire oggetti non presenti o di non avvertire i presenti e simili cose. Stimoli di senso uniforme, specialmente stimoli del tatto, hanno effetto di aiutare l'ipnosi. Inoltre l'apparizione dell'ipnosi è legata a una certa disposizione del sistema nervoso, ancora sconosciuta nella sua natura, la quale è notevolmente sviluppata da ripetute ipnotizzazioni.

Il primo sintomo dell'ipnosi sta in un arresto più o meno completo degli atti di volere esterni, arresto legato ad una sola direzione dell'attenzione, rivolta per lo più al comando dato dall'ipnotizzatore (automatismo del comando). L'ipnotizzato non solo dorme al comando, ma mantiene in questo stato la posizione che per quanto incommoda, gli viene data (catalessi ipnotica). Se lo stato si aggrava, l'ipnotizzato compie, in modo apparentemente automatico, il movimento comandato e dà a conoscere, che egli per allucinazione considera le rappresentazioni a lui suggerite come oggetti reali (sonnambulia). In questo stato si possono dare infine suggestioni sensorie e motorie pel momento dello svegliarsi o persino per un certo tempo posteriore (suggestioni a termine). I fenomeni che accompagnano tali effetti postipnotici fanno credere che essi si fondano su una parziale persistenza dell'ipnosi oppure (nella suggestione a termine) su un riapparire di essa.

Per tutte queste manifestazioni sonno e ipnosi sono stati affini, che si distinguono solo per la loro diversa origine.

Comuni ad ambedue sono certi fenomeni di inibizione nel campo dei processi del volere e dell'attenzione, come pure una disposizione ad una maggiore eccitabilità dei centri sensitivi, la quale produce un'assimilazione allucinatoria delle impressioni di senso. Caratteri differenziali sono invece: nel sonno, l'arresto del volere che, più completo tanto intensivamente quanto estensivamente, agisce specialmente sui processi appercettivi e sulle funzioni di moto; e nell'ipnosi, l'unilaterale direzione dell'attenzione, che è determinata dalla suggestione e che al tempo stesso favorisce ulteriori suggestioni. Queste differenze però non hanno un valore assoluto: nel caso del sonnambulismo l'arresto esteriore del volere viene meno anche nel sogno, mentre, proprio come nel sonno è presente nello stadio iniziale di letargo dell'ipnosi.

Le condizioni "psicofisiche" del sonno, del sogno e dell'ipnosi concordano con ogni probabilità nella parte essenziale. Poichè psicologicamente queste condizioni si palesano con particolari alterazioni nelle disposizioni alle reazioni sensitive e volitive, esse possono, come tutte le disposizioni, venir spiegate fisiologicamente solo da alterazioni nelle funzioni di determinate regioni centrali. Queste alterazioni di funzioni non sono ancora direttamente investigate, tuttavia, in base ai sintomi psicologici, si può ammettere, che esse si compagnano per solito di un arresto nella funzione dei domini centrali, che entrano in azione nei processi del volere e dell'attenzione, e di un aumento nell'eccitabilità dei centri sensoriali.

Parte V

Struttura e funzioni del sistema nervoso.

Il sistema nervoso, di cui abbiamo avuto più volte l'occasione di parlare durante questo corso, è costituito nell'uomo dal cervello, dal midollo allungato, dal midollo spinale, e dai nervi, che da questi tre organi si dipartono per diffondere per il corpo l'azione nervosa e mettere a contatto l'individuo col mondo esterno. Cervello, midollo allungato e midollo spinale formano, col loro insieme, il cosidetto: asse cerebro-spinale.

Un altro sistema nervoso si riscontra nell'uomo e cioè: il sistema gangliario o del gran simpatico formato da piccoli nuclei nervosi, da una serie di ingrossamenti gangliarî disposti lungo la colonna vertebrale, e che presiede alle funzioni della vita organica, alle funzioni cioè che non sono avvertite dall'uomo.

La figura 209 rappresenta i due sistemi nervosi del gran simpatico e dell'asse cerebro spinale.

Dai ganglii del gran simpatico si dipartono dei filamenti nervosi che sono in rapporto col cuore, col fegato, ecc. Il sistema del gran simpatico ha importanza per noi in quanto i movimenti degli organi innervati da esso accompagnano gli stati psichici emotivi, come già abbiamo messo in rilievo studiando l'espressione dei sentimenti e delle emozioni,

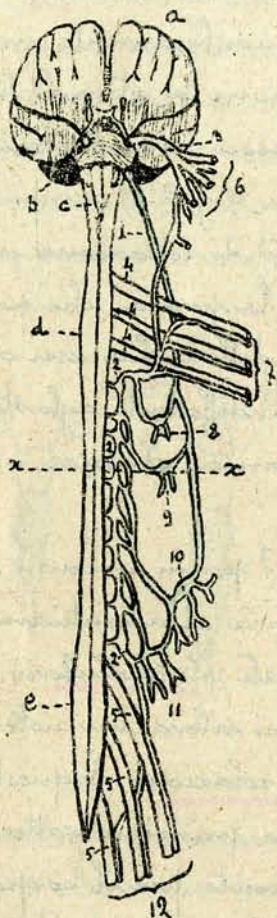



Fig. 209

- Schema dei due sistemi nervosi (della vita animale e della vita vegetativa). (sec. Morat) a - cervello; b - cervelletto; c bulbo rachideo; d - rigonfiamento cervicale del midollo; e - rigonfiamento dorso - lombare; 1 - nervo pneumogastrico; 2 - catena simpatica, colle radici spinali; 3 - nervo trigemino - 4 - branche costitutive del plesso brachiale; 5 - branche costitutive del plesso lombo - sacrale; 6 - nervi della faccia; 7 - nervi dell'arto superiore; 8 - nervi del cuore (plesso cardiaco); 9 nervi dei polmoni (plesso polmonare); 10 - nervi degli organi addominali (plesso solare); 11 - nervi degli organi del piccolo bacino (plesso lombo - aortico); 12 nervi dell'arto infer.

Confrontando il sistema nervoso umano con quello degli altri animali della scala zoologica, vediamo che esso si differenzia notevolmente dagli altri, e che questi a loro volta si differenziano tutti fra di loro. Cosicchè noi, partendo dagli animali che non presentano addirittura nessuna formazione nervosa, possiamo salire gradatamente fino all'uomo, il cui sistema nervoso è il più completo.

Animali privi di formazioni nervose sono i protozoi, animali unicellulari, i quali pur tuttavia presentano dei proces-

psichici: essi sono dotati di ciglia vibratili, il cui movimento è indubbiamente indizio di reazione a stimoli fisici. Altri esseri unicellulari (es. l'ameba Fig. 210) compiono movimenti di retrazione nell'afferrare la preda, che passa a contatto delle ciglia essi cioè non sono indifferenti agli stimoli fisici, termici, elettrici, e via dicendo.

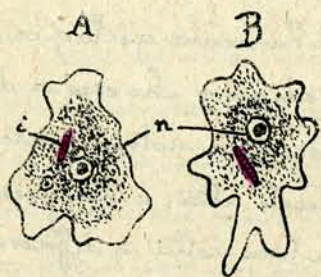



Fig. 210.

Un'ameba in due momenti diversi del suo movimento.

n, nucleo

i, cibo preso

I primi accenni della vita psichica si accentuano negli animali pluricellulari, in cui già si rileva un sistema, un organo, che presiede alla vita di relazione. È questo il sistema nervoso, il quale ci appare da principio sotto forma di nuclei, di gangli sparsi regolarmente per il corpo (es. nei celenterati), nessuno dei quali ha il predominio sugli altri.

Più in alto della scala zoologica, negli anellidi, già si riscontra la prevalenza del ganglio situato in prossimità della bocca. Nei cordati il sistema nervoso subisce una vera modificazione: esso acquista forma tubolare, e cioè è costituito da un cilindro cavo, alla periferia del quale sono distribuite le cellule nervose, che si mettono in relazione col resto del corpo per mezzo di nervi. Questo sistema corrisponde al midollo spinale.

Nei pesci e nelle lamprede finalmente, secondo gli studi fatti in questo campo dall'Edinger, nella parte superiore di questo cilindro si formano successivamente due vescicole, dette archipallium e neopallium, le quali costituiscono una specie di cervello primitivo.

Tutte queste varie forme di sistemi si riscontrano successivamente nell'embrione umano. In esso, prestissimo, si forma da principio nella ripiegatura dell'ectoderma un incavo, che si divide in alto e si ha così l'inizio della formazione del tubo midollare, il quale longitudinalmente si presenta sotto l'aspetto di un cilindro.

Nella parte anteriore di questo cilindro si formano tre vescicole cerebrali primitive: anteriore media, posteriore,

ant
Cerv. Med.
post
I II III
B
C

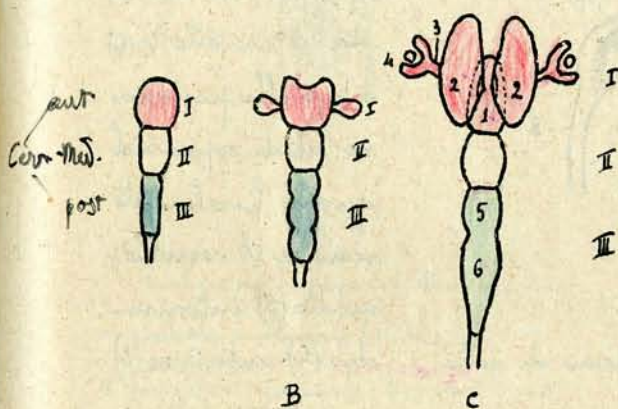



Fig. 211. -
Le tre prime vescicole cerebrali e le parti che esse generano: A, B, C, tre stadi successivi di sviluppo (schem.)

I, prima vescicola = cervello anteriore
II, seconda vescicola = cervello medio
III, terza vescicola = cervello posteriore
1, cervello intermedio; 2,2 emisferi cerebrali, 3, vescicola ottica; 4, foro di Monro; 5, cervelletto; 6, quarto ventricolo

(Fig. 211) che danno origine a tre cervelli. L'anteriore si

sdoppia seguita in questo sdoppiamento dalla posteriore, ed in tal modo abbiamo costituito il sistema cerebro-spinale come appare dalla figura 212. In basso (8) abbiamo il midollo spinale, più in alto (7) il midollo allungato, cui sovrasta il cervelletto (6) o cervello posteriore, al di sopra del quale finalmente risiede il cervello: medio (5) intermedio (4) anteriore (3).

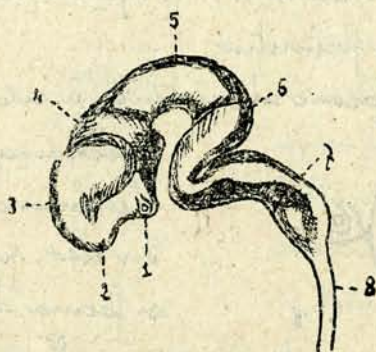



Fig. 212.

Cervello di un embrione umano di sette settimane.

1- nervo ottico; 2- lobo olfattorio; 3- cervello anteriore; 4- cervello intermedio; 5- cervello medio; 6- cervello posteriore (cervelletto); 7- cervello ultimo (midollo allungato); 8- midollo spinale.

Esaminiamo ora singolarmente tali formazioni centrali e cominciamo precisamente dalla parte più semplice, sia dal punto di vista anatomico che dal funzionale, e cioè dal:

Midollo Spinale. - Il midollo spinale, è un cordone pressochè cilindrico, leggermente ingrossato nelle regioni in cui hanno la loro origine i grandi nervi. Il cilindro midollare ci presenta inoltre (Fig. 213) due rigonfiamenti fusiformi, occupanti: l'uno la regione cervicale, l'altro la regione dorso-

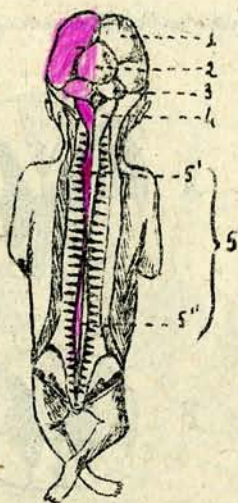



Fig. 213.

Embrione umano di tre mesi a grandezza naturale (Kölliker) 1, emisfero cerebrale; 2, cervello medio; 3, cervelletto; 4, bulbo; 5, midollo spinale; 5' rigonfiamento cervicale; 5", rigonfiamento lombare.

-lombare. Dal rigonfiamento superiore si dipartono i nervi destinati agli arti superiori, dall'inferiore quelli discendenti agli arti inferiori e addominali.

Alla sezione trasversale il midollo spinale (Fig. 214-15) si presenta formato da due sostanze fisicamente ben distinte: una sostanza grigia situata al centro, una sostanza bianca disposta alla periferia. Notiamo ancora che il cordone midollare si compone di due parti, unite insieme lungo la parte mediana da una benderella o commessura di sostanza grigia e bianca, attraversata in lunghezza da un canale. In ciascuna parte, o metà, alla sezione trasversale la sostanza grigia è disposta a mezzaluna, con le due estremità, dette corna, poste una in avanti (corno anteriore), l'altra all'indietro (corno posteriore) L'insieme delle due mezzelune assume l'aspetto di una x. Le corna anteriori sono più voluminose, le posteriori più piccole, più sottili. La sostanza bianca, disposta, come già dicemmo intorno alla sostanza grigia, forma tre cor-

=doni, ciascuno dei quali, considerato trasversalmente

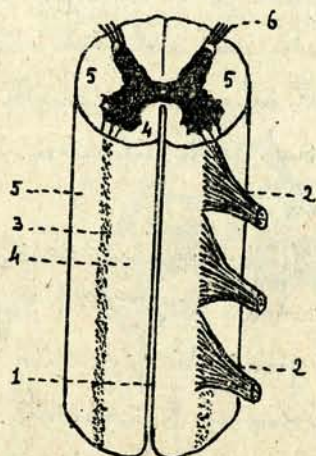



Fig. 214

Porzione del midollo cervicale, veduto anteriormente.

1, solco mediano anteriore; 2, radici ant. dei nervi spinali; 3, zona di impianto di tali radici; 4, cordone anteriore; 5, cordone laterale; 6, radici posteriori.

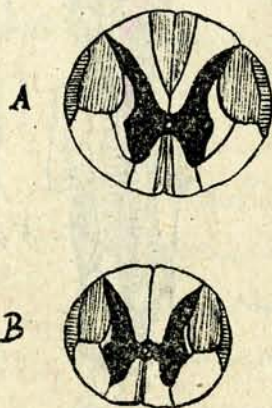



Fig. 215

Due sezioni trasversali del midollo spinale.
A - parte cervicale;
B - parte dorsale.

---

ha la forma di un triangolo, la cui base arrotondata corrisponde alla superficie esterna del midollo e l'apice confina con la sostanza grigia.

Le due sostanze, grigia e bianca, penetrano l'una nell'altra, si che è veramente impossibile la loro netta separazione. La sostanza grigia, infatti manda nei cordoni laterali, molti prolungamenti, i quali formano una finissima rete, fra le cui maglie si trovano delle piccole isole di sostanza bianca (formazione reticolare).

Dal midollo spinale si dipartono 31 paia di ner=

=vi (1). *Midollo allungato.* - Il midollo spinale termina in alto nel midollo allungato, o bulbo rachideo, che è una specie di stazione di riaccordo degli elementi costitutivi tanto del midollo spinale quanto del cervello e del cervelletto. (Fig. 216). Esso è costituito da una massa conica, leggermente appiattita, la cui base è situata in alto, mentre l'a.

Fig. 216.

Origine dei nervi cerebrali vista dalla base del cervello. - I' - nervo olfattorio II nervo ottico sinistro; II' nervo ottico destro; i corpo genicolato mediale; e - corpo genicolato laterale; C isola; XX sostanza perforata anteriore; tc tuber cinereum; a corpi mamillari; X sostanza perforata posteriore; P peduncolo cerebrale; III nervo oculomotore; IV nervo patetico; V nervo trigemino coi suoi diversi rami 1, 2, 3; PV - Ponte; VI nervo oculomotore esterno; VII nervo faciale, VIII nervo acustico; (segue)

---

(1) - Ricordiamo che tanto il midollo spinale quanto il cervello sono ricoperti da varie membrane, la dura madre, l'aracnoidea, la pia madre.

segue Fig. 216 - IX nervo glossofaringeo; X nervo vago; XI nervo accessorio; XII nervo ipoglosso; pa - piramide; O - oliva; 2 - cordoni laterali del midollo allungato; CI - radice anteriore del primo nervo cervicale.

=pice si confonde col midollo spinale.

Alla sua superficie troviamo dei cordoni di sostanza bianca, dei quali, quelli situati all'innanzi prendono il nome di piramidi anteriori, e sono anch'essi separati da un solco, terminante in alto nel foro cieco e in basso nel solco o canale midollare, quelli disposti ai lati si chiamano cordoni laterali, o facce laterali del midollo: fra i cordoni laterali e le piramidi anteriori si trovano le cosidette olive.

La faccia posteriore (Fig. 217) ci si presenta formata da due metà: l'inferiore non si differenzia granchè dal midollo spinale cervicale; quella superiore invece presenta un aspetto singolarissimo. In essa i cordoni posteriori, da verticali diventano obliqui e divergenti,

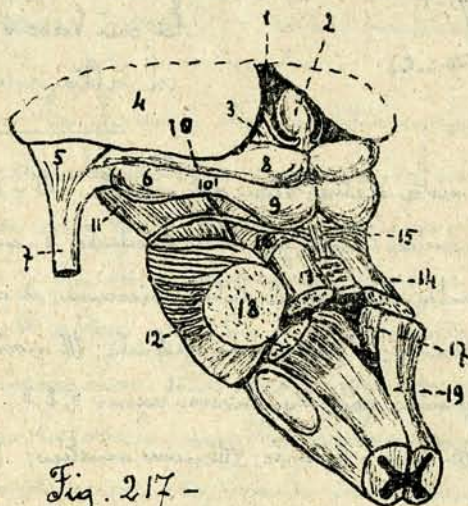



Fig. 217 -

Mesencefalo e suoi rapporti. - 1- Ventricolo medio, (segue)

(segue) Fig. 217 - 3 - ipofisi o glandola pineale; 3 - triangolo dell'habenula; 4 - estremità posteriore dello strato ottico; 5 - corpo genicolato esterno; 6 - corpo genicolato interno; 7 - banderella ottica colle sue due radici; 8 - tubercolo quadrigemino anteriore; 9 - tubercolo quadrigemino posteriore; 10 - braccio anteriore; 10' braccio posteriore dei tubercoli quadrigemini; 11 - peduncolo cerebrale; 12 - protuberanza o ponte; 13 - Valvole di Vieussens; 14 - peduncoli cerebellari superiori; 15 - nervo patetico; 16 - fascio laterale dell'istmo dell'encefalo; 17 - quarto ventricolo, 18 peduncoli cerebellari medi, 19 - peduncoli cerebellari inferiori.

---

e delimitano così in basso la regione del quarto ventricolo (chiusa in alto dai cordoni restiformi), che ha la forma di una losanga, ed è messa in comunicazione col cervello per mezzo dell'acquedotto di Silvio. Nel quarto ventricolo sono disseminati molti nuclei di sostanza grigia, dai quali originano molti nervi, che studieremo più tardi, quando prenderemo a considerare i nervi cerebrali. In questa parte è localizzato il centro del respiro. Al di sopra del midollo allungato abbiamo la capsula interna che è l'unica via di passaggio delle fibre, che dal midollo allungato si portano alla superficie del cervello.

Cervelletto. - Il cervelletto o cervello posteriore (Figg. 218-219) è formato da tre porzioni, delle quali la mediana forma il lobo medio o verme superiore, e le laterali costituiscono due emisferi o lobi laterali o emisferi cerebellari, separati dalla valle di Reil o verme inferiore.

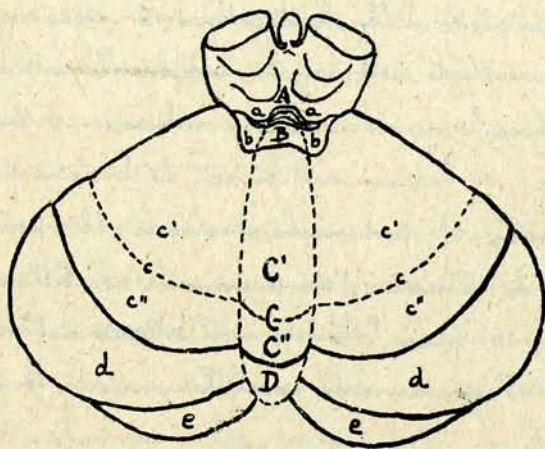



Fig. 218 - Topografia cerebellare: Lobuli della faccia superiore.

Nella sua forma ricorda una farfalla coll ali aperte.

Osserviamo inoltre che nel cervelletto la sostanza bianca non è più distribuita all'esterno, bensì all'interno, mentre la grigia è disposta all'esterno. Alla superficie del cervelletto, notiamo numerose ripiegature. Sezionando il cervelletto vediamo che le lamelle di sostanza grigia si continuano nell'interno, dando luogo a ramificazioni, chiamate dagli anatomi: l'albero

Fig. 219 - Topografia cerebellare: lobuli della faccia inferiore. I - Lobuli impari e mediani. A, lingula; B lobulo centrale; C eminenza del verme che si scompone in C' culmine e C" declivio; D, bottone terminale; E, tubercolo posteriore; F, piramide, G ugola; H, nodulo. ~ II ~ Lobuli pari e laterali: a, frenulo della lingula; b, ali del lobulo centrale; c, lobulo quadrilatero, d, lobulo semilunare superiore; e, lobulo semilunare inferiore; f, f, lobulo gracile o lobulo digastrico o unciforme; g, amigdale; h, lobulo del pneumogastrico.

Fig. 220

Sez. vertico - laterale del cervelletto, per indicare l'albero della vita degli emisferi (lato sinistro)
1, peduncolo cerebellare medio; 2, centro midollare del cervelletto; 3, corpo dentato, 4 lobulo del pneumogastrico; 5,5 lobuli superiori 6- lobuli posteriori; 7,7 lobuli inferiori.

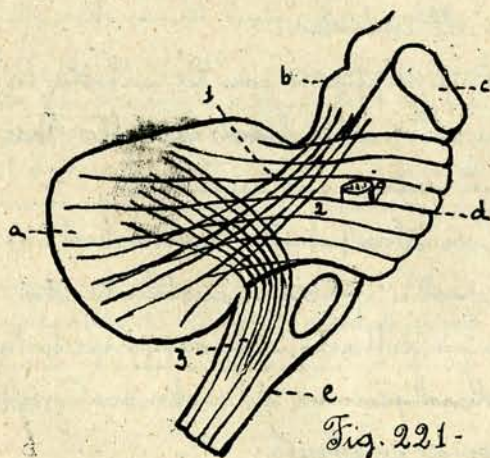



Fig. 221 -

Figura semischematica rappresentante i tre peduncoli del cervelletto. a, cervelletto; b, tubercoli quadrigemelli, c peduncolo cerebrale; d, protuberanza anulare, e, bulbo rachideo; 1, peduncolo cerebellare superiore; 2; peduncolo cerebellare medio; 3 peduncolo cerebellare inferiore.

della vita. (Fig. 220).

Nella parte anteriore del verme superiore ha sede la ghiandola pineale, nella quale, già dicemmo, Cartesio localizzava l'anima (1). Il cervelletto è unito al cervello medio e al midollo allungato per mezzo di tre grossi cordoni per ogni emisfero, detti peduncoli; superiore, medio, inferiore, e formati da fasci di fibbre (Fig. 221).

I peduncoli medi ricoprano una parte del cervello medio, detta ponte di Varolio, al di sopra della quale si staccano due grandi formazioni, dette peduncoli cerebrali, che sono come la base

---

(1) Recentemente si è scoperto che la ghiandola pineale non è altro che un occhio atrofico mediano, che si trova ancora sviluppato nella lacerta agilis.

d'attacco del cervello medio alle altre parti del cervello.

Nel cervello medio troviamo dei nuclei, detti corpi quadrigemelli; nell'interno dei peduncoli abbiamo altri nuclei i cosidetti nuclei rossi dello Stilling; in alto ancora al disopra dei penducoli rinveniamo i talami ottici, che sono nuclei sottocorticali, i quali, alle sezione trasversale, appaiono circondati da sostanza bianca.

Cervello. - Il cervello, propriamente detto che è la parte più importante dell'asse cerebro-spinale, perchè ad esso giungono tutte le impressioni coscienti e da esso si dipartono tutte le incitazioni motrici volontarie, considerato nel suo assieme, si presenta come un ovoide, che occupa quasi totalmente la cassa cranica, e la cui estremità più grossa è rivolta all'indietro.

La sua faccia superiore è in rapporto con la calotta ossea, la faccia inferiore poggia sul piano frontale della base del cranio, sul piano medio di essa e sul cervelletto.

Il cervello consta di due emisferi (destro e sinistro), ognuno dei quali consta di una parte interna, costituita da sostanza bianca, detta massa midollare, o corona radiata, e di una parte esterna, importantissima, di sostanza grigia, che forma la cosidetta corteccia cerebrale.

Ognuno dei due emisferi contiene poi una cavità detta ventricolo laterale (1), dentro la quale si rinviene un

---

(1) Nel sistema nervoso cerebro spinale si trovano quattro ventricoli:

ganglio molto grasso, detto corpo striato, perchè le striscie di sostanza grigia si alternano con quella di sostanza bianca.

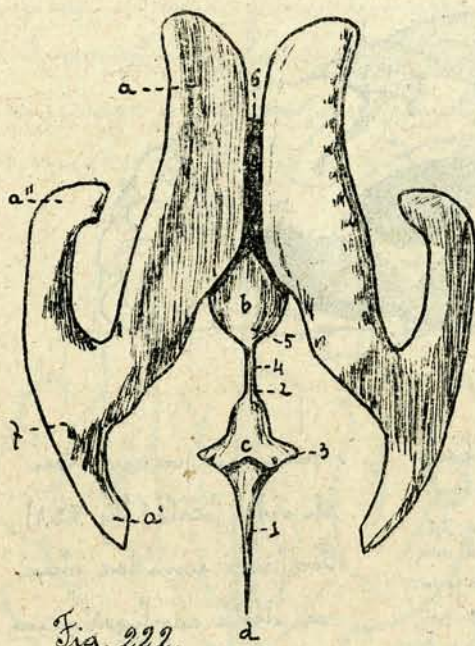



Fig. 222.

Getto delle cavità ventricolari vedute dall'alto: a, a', a'' - i tre prolungamenti frontale, occipitale e sfenoidale del ventricolo laterale sinistro; b - terzo ventricolo; c, quarto ventricolo; d - origine del canale ependimale; 1 - angolo inferiore del quarto ventricolo; 2 - suo ansa superiore; 3 - recessi laterali; 4 - acquedotto di Silvio; 5 - sfondato sopra pineale; 6 - vulva; 7 - crocicchio ventricolare.

Il corpo striato (fig. 223) consta del nucleo caudato, che delimita insieme con un altro nucleo detto lentiforme, una cavità cui si dà il nome di capsula interna, attraverso la quale passano fibre nervose molto importanti. Al di là del lentiforme un altro nucleo, antimuro o claustrum, forma col primo un'altra cavità detta capsula esterna, pur essa attraversata da fibre nervose.

La parte più importante è il mantello cerebrale che nell'uomo è ricco di ripiegature, dette circonvoluzioni, le quali cominciano a compa=

---

i due laterali degli emisferi, il terzo o medio, e il quarto. La fig. 222 rappresenta il getto delle cavità ventricolari vedute dall'alto.

Fig. 223.-

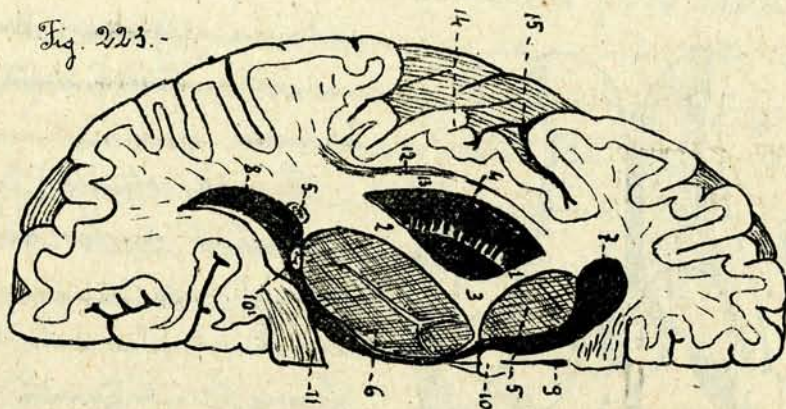



Fig. 223 - Sezione orizzontale di Flechsig (emisfero sin.) 1,2,3- capsula interna; 4- nucleo lenticolare; 5,5- nucleo caudato; 6- talamo ottico; 7,8 ventricolo laterale; 9- setto lucido e sua cavità centrale; 10- pilastri ant. e 10' pilastri post. del trigono; 11- corpo calloso; 12- antimuro o claustrum; 13- capsula esterna; 14 lobo dell'insula; 15- scissura di Silvio

-rire nei primi mesi di vita fetale (Fig. 224). Per farci un'idea chiara della configurazione di tali ripiegature possiamo ricorrere all'esempio di una tovaglia, che si voglia contenuta in un piccolo spazio; avremo allora numerose ripiegature assai simili nella forma a quelle del mantello cerebrale. (1)

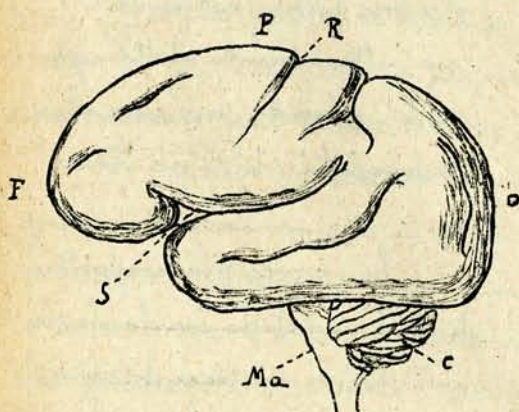



Fig. 224.

Cervello di un feto umano di 7 mesi.
F- lobo frontale; P- lobo parietale; O- lobo occipitale; R- scissura di Rolando; S- scissura di Silvio; C- cervelletto, Ma- midollo allungato.

(1) Il primo che studiò la posizione delle ripiegature e delle

Fra i due emisferi notiamo la presenza, sulla linea mediana, di una grande e profonda scissura, detta *scissura interemisferica*, la quale è interrotta, in direzione della parte inferiore e media del cervello, da una *commessura interemisferica*, detta *corpo calloso* (Fig. 225).

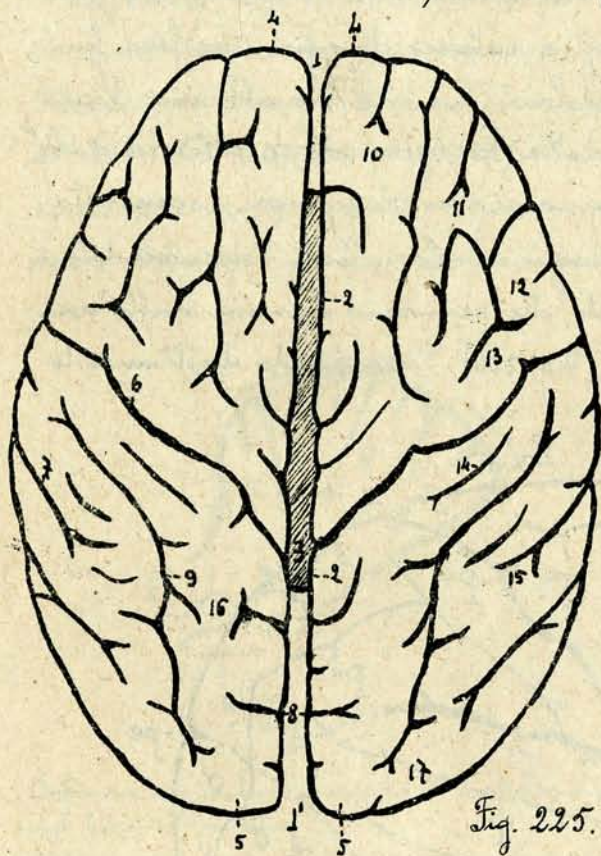



Fig. 225.

Fig. 225) - Cervello veduto per la sua convessità:
1, estremità ant. della scissura interemisferica; 1', estr. post. della scis. interem., 2,2 margine sup. degli emisferi; 3, corpo calloso; 4,4 estrem. ant. o frontale degli emisf. (polo frontale; 5,5 estrem. post. e occipitale degli emisf. (polo occ); 6 scissura di Rolando; 7, scissura di Silvio; 8 scissura perpendicolare esterna; 9 - solco interparietale; 10, 11, 12, prima, seconda, terza circonvoluzione frontale; 13, circonv. frontale ascendente; 14 parietale ascendente; 15 parietale infer.; 16 parietale sup.; 17 - circonvoluzioni occipitali.

grandi incisioni cerebrali fu il Gratiolet, le cui indagini hanno avuto grande importanza poi con lo studio delle localizzazioni cerebrali. Notiamo incidentalmente che già nel quinto mese della vita fetale i due emisferi coprono le altre parti del cervello.

Sulla faccia inferiore del cervello si nota una grande scissura, detta scissura di Silvio, che già si forma nel secondo mese di vita fetale, e che si continua sulla faccia esterna di ciascun emisfero. Perpendicolare ad essa troviamo un'altra grande scissura, la scissura di Rolando, che va trasversalmente dal margine interno di ogni emisfero fin quasi alla scissura di Silvio. Più indietro abbiamo l'accenno di una scissura, detta perpendicolare esterna o delle scimmie, che nell'uomo si trova appena accennata sul margine superiore degli emisferi. Tali scissure delimitano diversi lobi cerebrali, che prendono il nome dalle ossa craniche che le ricoprono (Fig. 226). Procedendo dall'avanti

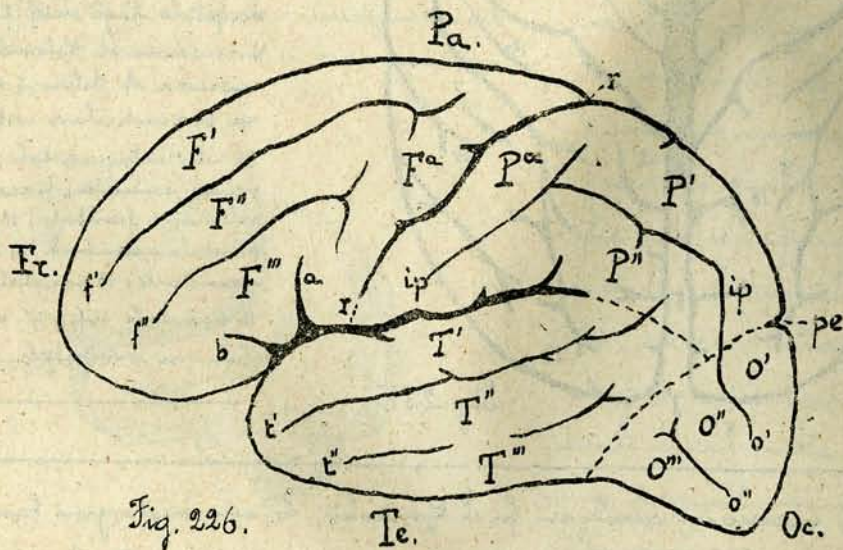



Fig. 226.

Fig. 226) Faccia esterna dell'emisfero sinistro (schema) Fr- lobo frontale, Pa- lobo parietale; OC - lobo occipitale; Te lobo temporale, S scissura di Silvio: a, suo ramo ascendente; b- suo ramo orizzontale; r- scissura di Rolando; pe, scissura perpend. ester.; f', solco frontale superiore; f^2, solco frontale inferiore; ip- solco interparietale; t' solco temporale sup.; t^2, solco temporale inferiore; O' solco occip. sup.; O^2, solco occip. inf.; $F^1 F^2 F^3$, prima, seconda, terza frontale; F^a, frontale ascend. P^a, parietale ascend.; $P^1 P^2$, parietale sup. e inf.; O^1, O^2, O^3, prima, seconda, terza occipitale; T^1, T^2, T^3, prima, seconda, terza temporale.

all'indietro incontriamo diversi lobi, disposti in questo modo: primo è il frontale, seguito dal parietale, il quale sta in gran parte al disopra del temporale, la porzione anteriore del quale si protende fin sotto il frontale; ultimo viene l'occipitale, che costituisce la parte posteriore del temporale e del parietale. Rovesciando le labbra della scissura Silviana si trovano alcune circonvoluzioni che costituiscono il lobo dell'insula (Fig. 227) la cosidetta insula del Reil, suddivisa in tre parti: regione, preinsulare o soglia dell'insula, lobo dell'insula propriamente detta o antimuro, regione retroinsulare. Ciascuna di queste tre parti è alla sua volta suddivisa in circonvoluzioni minori.

Ciascun lobo degli emisferi a sua volta, è solcato da scissure minori, che vi delimitano diverse circonvoluzioni. Così nel lobo frontale, che è particolarmente sviluppato nell'uomo, si notano due fessure

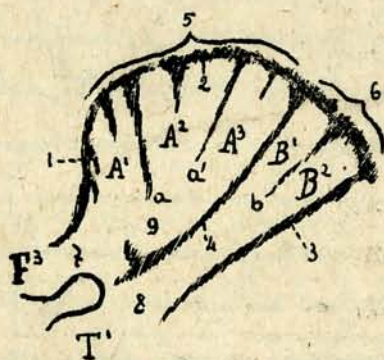



Fig. 227.

Schema che indica il modo di costituzione del lobo dell'insula.

1 Solco anteriore; 2, solco superiore; 3 solco postero-inf. 4, grande solco dell'insula; 5 lobulo ant.; a, a', suoi due solchi; A', A'', A''', sue tre circonvoluzioni; 6, lobulo posteriore; 6, suo solco unico; B', B'', sue due circonvoluzioni; 7 punto in cui l'insula ant. si confonde colla terza frontale F^3; 8, punto in cui il lobulo posteriore si continua colla prima temporale T'; 9, scissura di Silvio.

più superficiali, le quali danno origine a tre circonvoluzioni frontali, dette: prima, seconda, terza frontale, procedendo dall'alto al basso. Ora è precisamente al piede della terza circonvoluzione frontale sinistra che si trova il centro del linguaggio articolato scoperto dal Broca (1).

Anche il parietale è composto di tre circonvoluzioni: la parietale ascendente, la parietale superiore, la parietale inferiore; lo stesso dicasi del temporale: prima, seconda, terza temporale, e dell'occipitale: prima, seconda, terza occipitale (Fig. 226). Sulla faccia interna dell'emisfero cerebrale (Fig. 228) riscontriamo poi parecchie scissure: la calloso marginale, la calcarina, e, perpendicolare a questa, la perpendicolare interna. Al disotto della scissura callosa-marginale abbiamo la circonvoluzione del corpo calloso, il quale è, come già si disse, una formazione intermisferica, una specie di ponte, formato di sostanza bianca. Fra la scissura calcarina e la perpendicolare interna risiede la circonvoluzione del cuneo; fra la callosa-marginale e la perpendicolare interna, infine, rinveniamo il lobulo quadrilatero, limitato in basso dalla circonvoluzione del corpo calloso.

---

(1) Il centro del Broca è variamente sviluppato a seconda dell'individuo. Esso è pochissimo sviluppato nell'esquimese, mentre è sviluppatissimo negli oratori (esempio: Gambetta). Il che dimostra i rapporti strettissimi intercedenti reciprocamente fra organo e funzione.

Finalmente sulla faccia inferiore del cervello la

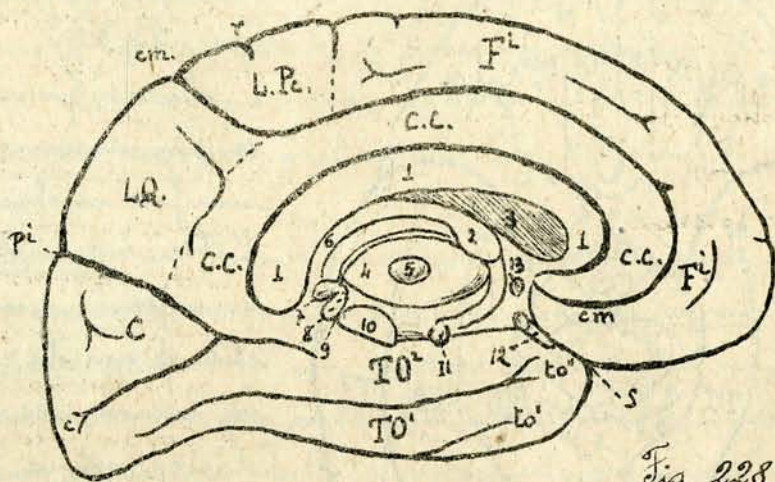



Fig. 228.

Fig. 228. - Faccia interna dell'emisfero sinistro.

S, scissura di Silvio; cm., scissura calloso-marginale; scissura perpendicolare interna, pi; c, scissura calcarina; r, terminazione della scissura di Rolando; to', solco temporo-occipitale interno; to^2, solco temporo-occipitale esterno; F^i, circonvoluzione frontale interna; LP_c, lobulo paracentrale; LQ, lobulo quadrilatero; c, cuneo, CC, circonvoluzione del corpo calloso, TO', prima circonvoluzione temporo-occipitale; TO^2, seconda circonvoluzione temporo-occipitale.

1, corpo calloso, 2 sezione del trigono; 3 setto lucido; 4, talamo ottico; 5, sezione della commessura grigia; 6, plesso coroideo dei ventricoli laterali; 7, ghiandola pineale; 8, commessura bianca posteriore; 9, acquedotto di Silvio; 10, sez. della protuberanza; 11, tubercolo mamillare; 12, nervo ottico; 13, sezione della commessura bianca anteriore.

---

continuazione della scissura Silviana delimita due grandi lobi: il temporo occipitale suddiviso in due circonvoluzioni: prima e seconda temporo occipitale, e il lobo orbi-

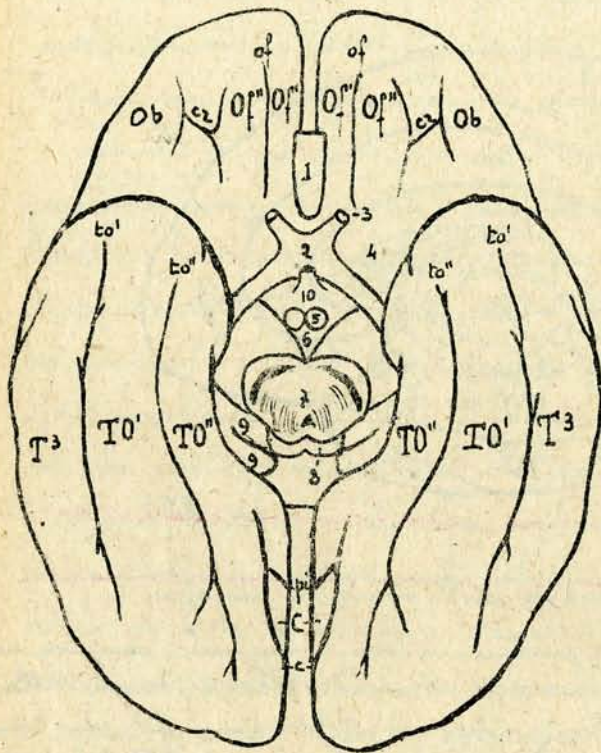
tario, nel quale si trovano: la circonvoluzione orbitaria, l'olfattoria interna e l'olfattoria esterna (Fig. 229).

Diverse formazioni poi uniscono un'emisfero cerebrale all'altro. Esse, dette, intermisferiche, sono costituite ora da sostanza bianca, ora da sostanza grigia. Procedendo dall'alto in basso troviamo la parte media del corpo calloso, l'estremità ant.

Fig. 229. - Faccia inferiore del cervello colle sue divisioni. (schem.)

S, scissura di Silvio; of, solco olfattorio; cr, solco cruciato; to' solco temporo-occipitale esterno; to", solco temporo-occipitale interno; c, scissura calcarina; pi, scissura perpendicolare interna; Of', circonvoluzione olfattoria interna; Of", circonvol. olfatt. esterna; Ob, circonvoluzioni orbitarie; TO', prima circonvol. temporo occipitale; TO², seconda circonvoluz. temporo-occipitale; T³, terza temporale; C cuneo. - 1 corpo calloso; 2, chiasma dei nervi ottici; 3,3 nervi ottici; 4, spazio perforato anteriore; 5, tubercoli mamillari; 6, spazio perforato posteriore; 7 sezione dei peduncoli cerebrali e dell'acquedotto di Silvio; 9, corpi genicolati del talamo ottico; 8, tubercoli quadrigemelli posteriori; 10, tuber cinereum e peduncolo pituitario.

del corpo calloso, il chiasma dei nervi ottici, lo spazio perforato anteriore, la losanga ottico-peduncolare, la sezione dei peduncoli cerebrali e l'estremità posteriore del corpo calloso. La losanga ottico-peduncolare racchiude nella metà anteriore: il tuber cinereum, il peduncolo pituitario, il corpo pituitario, e nella sua metà superiore: i tubercoli mamillari e lo spazio perforato posteriore. (Figg. 216 e segg.)

Nervi. — I nervi costituiscono quella parte del sistema nervoso che serve a mettere in comunicazione fra di loro le formazioni dell'asse cerebro-spinale testè esaminate e queste con le altre parti dell'organismo. Essi servono a portare gli impulsi dalla periferia al centro e dal centro alla periferia: a stabilire cioè i rapporti fra l'individuo e il mondo esterno. I nervi hanno la forma di filamenti, di cordoni e si dipartono da tutto l'asse cerebro-spinale. Noi ora considereremo però soltanto i nervi encefalici, i quali in numero di dodici paia, hanno la loro origine nella corteccia cerebrale, dove si trovano gruppi di cellule da cui si dipartono numerosi filamenti nervosi, la cui unione costituisce per l'appunto il nervo, il quale esce, così costituito, dalla base del cervello. I dodici nervi encefalici sono:
I - l'olfattorio; II - l'ottico; III - l'oculomotore comune; IV - il patetico; V - il trigemino; VI - l'oculomotore esterno; VII - il facciale; VIII - l'acustico; IX - il glosso-faringeo o gustativo; X - il pneumogastrico o vago; XI - lo spinale o accessorio del Willisch; XII - l'ipoglosso o motore della lingua.

E cioè i nervi olfattori, che negli animali inferiori (macrosmotici) terminano nei lobi olfattori molto sviluppati. Il paio dei nervi ottici si incrocia (chiasma) alla base del cranio, e l'incrocio è facilmente visibile quando si osservi la faccia inferiore di un cervello intatto. L'oculomotore comune porta gli impulsi motori a tutti i muscoli dell'occhio, fatta eccezione per il grande obliquo, il qual muscolo, è innervato dal patetico e per il retto esterno, ai cui movimenti presiede l'oculomotore esterno. Il trigemino è il nervo sentitivo della faccia e dei denti. Il facciale presiede ai movimenti dei muscoli del volto. L'acustico si divide nel cocleare e nel vestibolare. Il glosso-faringeo innerva il palato e la parte posteriore della lingua. Il vago o pneumogastrico innerva i polmoni, il cuore e lo stomaco. L'undecimo paio è costituito dai nervi accessori del Willisch che hanno una funzione motoria. Il grande ipoglosso infine presiede ai movimenti della lingua.

Cellule e fibre. – Tutto l'asse cerebro spinale risulta formato, come già abbiamo per ciascuna parte di esso rilevato, da due sostanze, caratterizzate macroscopicamente dalla diversità del colore, e cioè: dalla sostanza bianca e dalla grigia, ciascuna delle quali ora costituisce la parte esterna ed ora l'interna delle varie formazioni.

Tutto il sistema nervoso è formato da due diversi ordini di formazioni: dalle fibre e dalle cellule, fibre e cellule che si riscontrano entrambe nella sostanza grigia, men=

tre la bianca è composta esclusivamente da fibre.

Le fibre, le quali entrano pure nella costituzione dei nervi, si compongano di tre parti ben distinte; una parte centrale, chiamata cilindrasse, (Fig. 230) all'intorno della quale sta una guaina, piuttosto spessa, formata da una sostanza grassa, che fa da isolante, denominata mielina, donde deriva la denominazione di guaina mielinica; la terza parte è infine costituita dalla guaina dello Schwann, sottilissima, la quale avvolge la guaina mielinica e la protegge. Tanto la mielina quanto la guaina dello Schwann possono mancare (fibre dei centri).

Fig. 230

Fibre nervose. - 1 cilindro assile; 2, guaina mielinica; 3,3 nuclei dei segmenti interanulari; 4 guaina di Schwann.

Il cilindrasse emette, durante il suo percorso, delle divisioni secondarie (Golgi), chiamate collaterali; talvolta esso si divide in due branche di uguale volume; più spesso si fraziona in parecchie branche minori, le quali alla loro volta danno origine a rami anche più piccoli.

Le cellule nervose formano l'elemento principale della

cellule = ufficio | emittente
fibre = ufficio conduttore

sostanza grigia, e, mentre la fibra adempie l'ufficio di semplice conduttore, essa rappresenta un vero centro nervoso, centro ricevitore, elaboratore, di emissione, ecc.

Anche la forma delle cellule è variabile. Queste possono essere globose, ovoidali, piramidali, fusiformi, stellate, ecc.. Però, tutte, qualunque sia la forma, hanno in comune il carattere di dare origine alla periferia ad un certo numero di prolungamenti. ~~Il punto di distacco del prolungamento.~~ Il punto di distacco del prolungamento dal corpo cellulare viene chiamato *polo*.

All'esame istologico (Fig. 231) le cellule nervose appa-

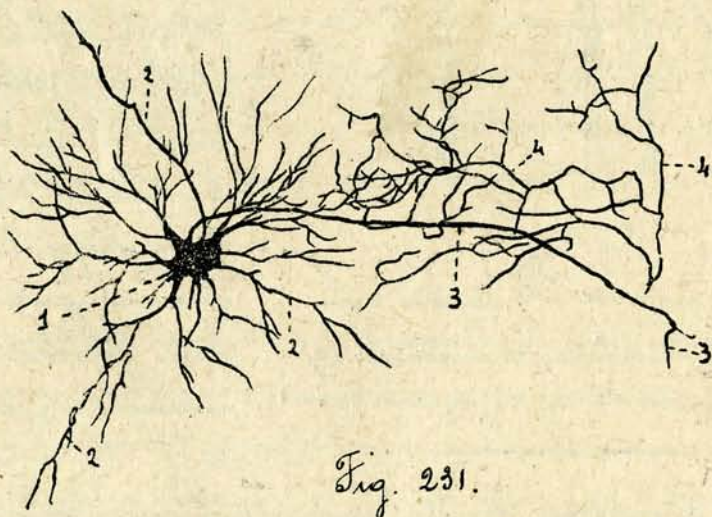



Fig. 231.

Fig. 231 - Cellula della regione antero-laterale delle corna anteriori del midollo spinale (1° tipo) - 1, corpo della cellula; 2, 2, 2, prolungamenti protoplasmatici; 3, 3, prolungamento cilindrassile; 4, 4, collaterali.

Prolungam → corpo cellulare Prolungam →

sono composte da tre parti: un corpo cellulare, un nucleo, uno o più prolungamenti.

Il corpo cellulare è composto di una massa protoplasmatica, granulosa, percorsa da un sistema di fibrille (messe in vista dall'Apathy), che gli conferiscano un aspetto striato; il nucleo è una piccola massa, generalmente rotonda, situata per lo più al centro, e ravvolta dalla membrana nucleare; i prolungamenti sono costituiti essenzialmente da fibrille riunite ai poli, e si dividono in due categorie: quella dei prolungamenti cilindrassili e quella dei prolungamenti protoplasmatici.

Questi ultimi, secondo il Golgi, non sarebbero di natura nervosa, ma sarebbero organi destinati a portare il nutrimento alle cellule. Il prolungamento cilindrassile, per lo più unico, si continua col cilindrasse delle fibre e dà origine a delle collaterali ed all'estremità forma una specie di arborizzazione.

Le particolarità delle cellule furono messe in evidenza in seguito alla grande scoperta del Prof. Camillo Golgi al quale venne conferito il premio Nobel per la medicina nel dicembre del 1906.

Il Golgi col metodo cromo-argentico, colorando le più fini diramazioni cellulari, potè seguire i prolungamenti cellulari molto più lontano che non i suoi predecessori e giungere a conclusioni nuove. Egli potè osservare che i prolungamenti cilindrassili si comportano in due modi differenti, ed a seconda di essi distinse due tipi di cellule.

Nella cellula del primo tipo il cilindrasse si porta molto lontano dal corpo cellulare e finalmente dà origine ad una fibra nervosa (Fig. 231). Nella cellula del secondo tipo invece, appena uscito dalla cellula il cilindrasse si divide in ramificazioni, risolvendosi in numerosissime fibrille aventi l'aspetto di ramificazioni (Fig. 232). Tali arborizzazioni fibrillari si intrecciano con le analoghe arborizzazioni di altre cellule, dando vita ad una rete finissima, detta rete diffusa del Golgi, per mezzo della quale le cellule nervose sono messe in relazione fra di loro e si influenzano reciprocamente. In questa rete appunto si svolgono, secondo Golgi, i fenomeni nervosi.

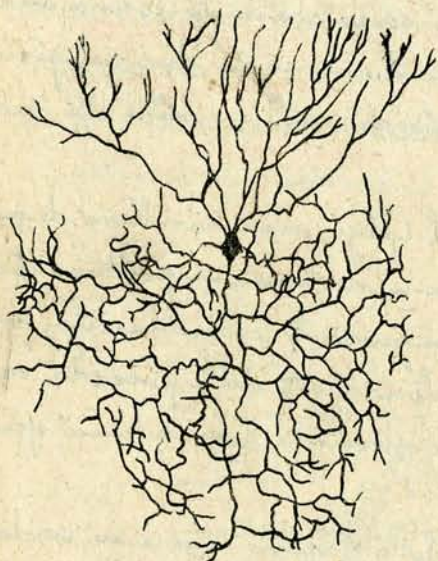
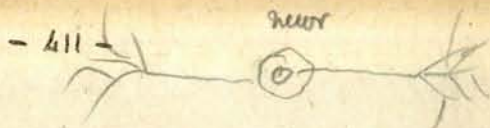



Fig. 232.

Cellula dello strato dei granuli del cervelletto (2° tipo)

Alla cellula costituita dalle parti sovra menzionate, il Waldeyer diede il nome di neurone. A questo proposito cade acconcio il considerare ora la teoria escogitata dal Waldeyer stesso, detta appunto del neurone, teoria, che accolta per molto tempo dai fisiologi e dagli psicologi come fondamentale ebbe poi nel nostro Golgi un fiero avversario, tanto che essa

neur

oramai è considerata da molti come avente valore puramente storico.

Secondo il Waldeyer e il Ramon y Cajal, ogni cellula nervosa dev'essere considerata come un individuo a sè stante, come un tutto continuo ed indivisibile, sia dal punto di vista anatomico che dal funzionale, come una vera unità nervosa. Cosicchè il sistema nervoso non sarebbe che una serie di neuroni, che non si continuano gli uni con gli altri, ma solo prendono contatto fra di loro, dando così origine ad un rapporto di continuità.

Secondo Ramon y Cajal poi non vi sarebbe nessuna ragione di distinzione fra le cellule del primo e del secondo tipo; in entrambi i cilindrassi si risolverebbero in arborizzazioni terminali le cui fibrille resterebbero libere ed indipendenti. Le reti nervose del Golgi dovrebbero essere considerate quali semplici intrecci, nei quali le fibrille nervose di valore diverso arrivano a contatto, si intrecciano e si incrociano in tutti i sensi, ma non perdono mai la loro indipendenza anatomica.

Il Golgi, fondandosi invece sulla costituzione anatomica della rete nervosa diffusa, alla formazione della quale prendono parte tutti gli elementi nervosi del sistema centrale, validamente sostenne la fondatezza della sua teoria, secondo la quale anzichè di una individualità ed indipendenza fisiologica e funzionale dei singoli elementi nervosi si deve parlare di un'azione unitaria, d'insieme svolta dalle cellule nervose per mezzo di reti-

-coli fibrillari: secondo lui le ramificazioni dei cilindrassi non solo si metterebbero in contatto (teoria di Waldeyer) ma si continuano coi prolungamenti e con le ramificazioni delle altre cellule, dando così origine ad un rapporto di continuità (teoria del sincizio). Il reticolo risultante avrebbe una importanza fondamentale nella funzione specifica del sistema nervoso. Allo stato attuale della conoscenza la teoria del Golgi pare a noi essere la sola accettabile.

<u>Vie nervose di senso e di moto</u>. — Già dicemmo che i nervi servono a portare gli impulsi dal centro alla periferia ed a porre l'individuo in rapporto con l'ambiente esterno. Ora dobbiamo vedere come sia costituita una via nervosa.

La via nervosa è sempre costituita da una serie di cellule e di fibre; le cellule rappresentano dei punti di sosta, di trasformazione degli stimoli, mentre le fibre costituiscono le vie che gli stimoli seguono per portarsi da un punto all'altro dell'organismo.

Parecchie di queste vie nervose furono studiate ed elencate da Flechsig; noi ci limiteremo soltanto a dire molto schematicamente della costituzione di due vie, l'una motoria, l'altra sensitiva.

La prima, detta via delle piramidi, ha origine nelle grandi cellule piramidali del mantello cerebrale in corrispondenza della zona rolandica. Ciascuna di queste cellule manda il prolungamento cilindrassile in basso,

verso il ponte di Varolio. I fasci di fibre così costituiti attraversano la capsula, interna e raggiungono i peduncoli cerebrali; quindi nel bulbo si incrociano (l'incrocio è qui parziale; una parte delle fibre si incrocia poi nel midollo) coi fasci di fibre provenienti dall'altro emisfero, e passano dalla parte opposta, cosicchè le cellule piramidali che si trovano nell'emisfero destro comunicano coi nervi del lato sinistro del corpo e lo stesso dicasi per le cellule del lato opposto. Sceso in basso fino a un certo livello del midollo, un dato prolungamento cilindrassile dei fasci

Fig. 233.-

Schema rappresentante, nel suo insieme, la via motrice principale. 1- corteccia cerebrale; a, centro motore dell'arto inf.; c, zona d'origine del fascio genicolato; 2, talamo ottico; 3 capsula interna; 4, incrociamento delle piramidi; 5, fascio piramidale; 6, segmento di midollo con tre radici anteriori; 7, un nervo motore bulbare con 7' suo ganglio d'origine; 8, 8, corpi muscolari.
b, centro motore dell'arto superiore.

piramidali in corrispondenza del corno anteriore, si mette in rapporto con un'altra cellula, la quale alla sua volta manda il suo prolungamento cilindrassile fuori dell'asse cerebro-spinale, dando così origine ad un nervo periferico e terminando in una placca motrice, a contatto colla fibra muscolare (Fig. 233).

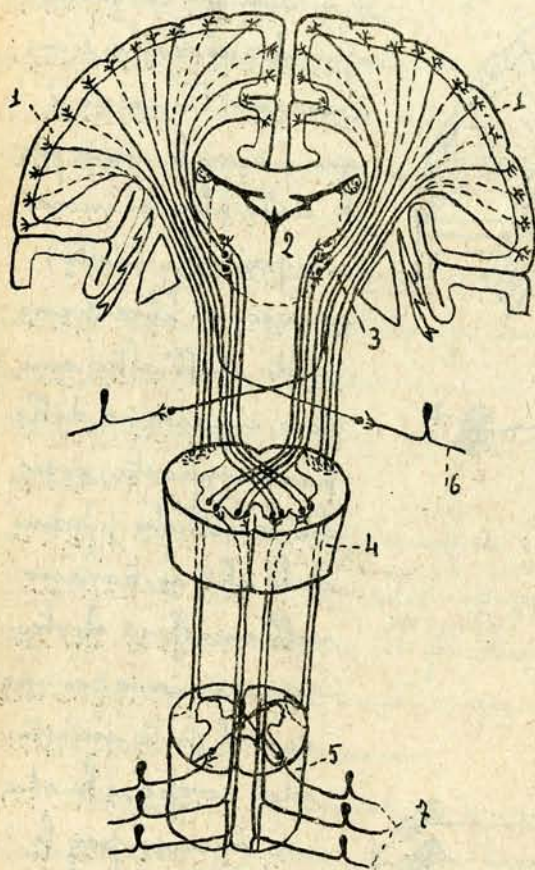



Fig. 234.

Schema rappresentante nel suo insieme, la via sensitiva centrale.
1. corteccia cerebrale; 2, talamo ottico, 3, capsula interna; 4, un segmento del bulbo; 5, un segmento del midollo; 6, nervo sensitivo bulbare; 7, radici posteriori dei nervi spinali con il loro ganglio.

Nella via sensitiva, procedendo in direzione inversa (Fig. 234) troviamo anzitutto gli organi nervosi terminali, i quali si pongono in rapporto con la fibra nervosa. Questa, prima di entrare nel midollo entra in un ganglio, ove raggiunge la cellula che le ha dato origine.

Questa manda un altro prolungamento che portandosi verso i centri si mette in rapporto con le corna posteriori del

midollo e poi si porta in alto fino al bulbo, dove, da una nuova cellula in rapporto coi prolungamenti terminali, sorge una nuova fibra nervosa, la quale si incrocia al ponte di Varolio, passa anch'essa nella capsula interna e termina nella zona Rolandica. L'assieme di queste fibre forma nel bulbo il cosidetto nastro di Reil.

Ora quale è la funzione del nervo? Il nervo, al pari del muscolo è eccitabile, esso cioè reagisce agli stimoli, ma mentre la reazione del muscolo agli stimoli si manifesta con la contrazione o con l'espansione, l'eccitamento del nervo non si esprime con alcun cambiamento visibile ma con la trasmissione dell'eccitamento dal punto eccitato fino all'organo terminale. Il nervo, in altre parole, è suscettibile agli stimoli, e li conduce, li trasporta da un punto all'altro. Condizione essenziale perchè lo stimolo possa propagarsi è la continuità anatomica delle fibre nervose e l'integrità della loro costituzione. Alla forma di energia che si propaga per il nervo si dà il nome di corrente nervosa, ed a seconda che essa procede in direzione centrifuga, cioè dal centro alla periferia, o in direzione centripeta, cioè dalla periferia al centro, avremo i nervi di moto o i nervi di senso. Tale divisione non ha però valore assoluto in quanto, molto spesso le fibre di moto si trovano riunite con quelle di senso, dando così origine ai nervi misti.

Una volta dai vecchi medici si credeva che i nervi fossero altrettante corde, paragonabili ai cordoni dei campanelli, cosicchè essi, tirati dalla volontà, avrebbero comunicato il movimento ai muscoli. Ma allora i nervi erano confusi coi tendini, dei quali hanno la stessa apparenza, cosicchè la grossolana ipotesi facilmente si spiega.

Più tardi, supponendo i nervi costituiti da cilindri vuoti, si ritenne ch'essi fossero percorsi lungo la loro cavità dal cosidetto pneuma vitale. Ma l'indagine anatomica ha fatto vedere come tali cavità non esiste affatto, e come invece i nervi siano costituiti da fasci di fibre. Si ammise allora che la corrente consistesse in vibrazioni del nervo, vibrazioni, le quali vennero paragonate a quelle dell'energia elettrica. Ma l'Helmholtz, con una semplice e persuasiva esperienza, ha distrutto tale teoria. Eccitando un nervo motore a distanza dal muscolo, e cioè prima ad un centimetro, poi a 20, poi a 30 centimetri, egli osservò che quando l'eccitazione era vicino al muscolo questo si contraeva in una successione di tempo molto più breve che non per le altre eccitazioni fatte in punti più lontani. Inoltre egli constatò che la corrente nervosa percorre il nervo alla velocità di circa 30 metri al minuto secondo, velocità che è infinitamente inferiore a quella della corrente elettrica (464 milioni di metri al minuto secondo), per cui ogni tentativo di identificazione venne a cadere.

Il Prof. Kieson potè più tardi con altro procedimento

dimostrare che verosimilmente la velocità dell'energia nervosa nei nervi di senso è pressochè la medesima che nei nervi di moto. Allo stato attuale della conoscenza dobbiamo limitarci alla definizione già data più sopra, che considera la corrente nervosa quale una speciale forma di energia, che si propaga per il nervo.

Vediamo ora come funzionino le varie parti del sistema cerebro spinale e quale sia la loro particolare attività.

Il midollo spinale serve principalmente ai movimenti riflessi, che sono quelli a provocare i quali non partecipa l'attività dei centri superiori. E cioè uno stimolo portato dalla periferia alle corna posteriori del midollo, può seguire le fibre delle vie piramidali e portarsi in alto ai centri motori cerebrali, ma può anche, a somiglianza di quanto avviene al raggio di luce che giunga ad uno specchio, riflettersi ai nervi motori e dare origine ad un movimento muscolare. In questo caso la via è costituita: da un organo periferico di senso, da una fibra nervosa di senso, che manda una collaterale alle radici anteriori del midollo e da una cellula di moto che comunica lo stimolo al muscolo. Tale via costituisce il cosidetto arco riflesso (Fig. 235) che venne paragonato ad una specie di corto circuito della corrente nervosa.

Esso presuppone adunque il funzionamento di due nervi: di un nervo sensorio od afferente, di

un nervo motorio o efferente e di un centro nervoso intermedio.

La Figura 236 rappresenta schematicamente il decorso della via sensitiva E, D, B, A e quello della via motrice A, B, C; la prima è centripeta, la seconda è centrifuga. Tanto in questa quanto nella figura precedente si osserva l'arco riflesso, che avviene col concorso del solo midollo spinale e il riflesso cerebrale, che si ha coll'intervento

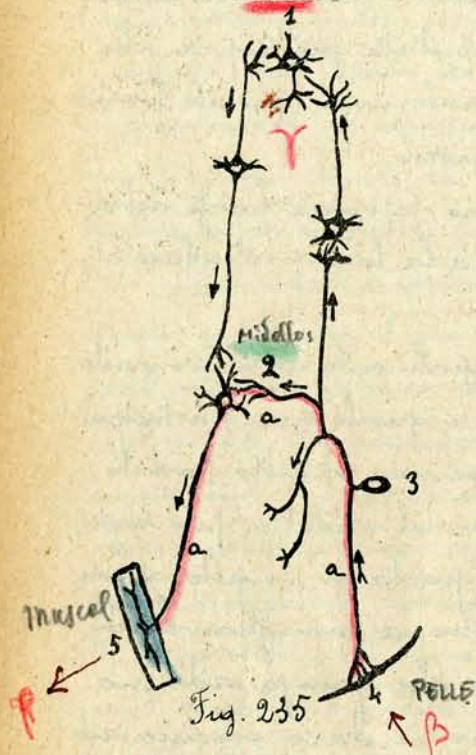
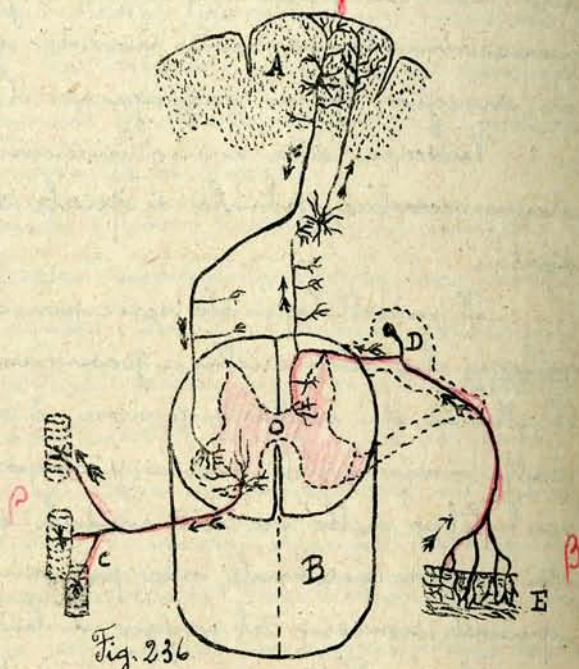



Fig. 235

Schema dei riflessi.
1, Cervello; 2, midollo spinale; 4, pelle; 5, muscolo; a, a, a, arco riflesso

Riflesso spinale
(Arco riflesso)

Fig. 236

Decorso della via sensitiva (centripeta, e della via motrice (centrifuga)
A, Regione psicomotrice della corteccia cerebrale. B, Midollo spinale; C, Fibre muscolari; D, Ganglio spinale; E, Pelle.

Riflesso cerebrale

della funzione del cervello.

In alcuni animali privi di cervello (es.: l'amphioxus lanceolatus) l'Edinger fa consistere la vita in una serie di riflessi, per mezzo dei quali si ha una recezione degli stimoli, seguita da una reazione. β ---- ρ

Gli animali superiori a loro volta, se loro siano tolti i centri superiori, possono ancora reagire agli stimoli, cui reagisce il solo midollo spinale (1). Ricordiamo l'esempio già addotto della rana cui siano asportati il cervello e il bulbo; nell'animale così scerebrato vedemmo che viene a mancare ogni movimento spontaneo; ma se esso viene eccitato, ad es., con un acido, in un punto dell'arto inferiore, l'animale reagisce movendo d'apprima l'arto eccitato; se questo è impedito l'animale reagisce coll'arto superiore dello stesso lato; quando anche questo arto sia immobilizzato, entra in azione l'arto inferiore del lato opposto e per ultimo il superiore del lato opposto. Si tratta di movimenti molto conformi allo scopo; fenomeni meravigliosi si riscontrano in certi animali (anguis fragilis, lacerta viridis,

---

(1) Non bisogna però credere che si tratti, come fu sostenuto da qualche biologo, di una specie di anima localizzata nel midollo. Si tratta di movimenti – che ripetiamo – possono essere fatti anche attivamente, e cioè con l'intervento dei centri volitivi, e che d'altra parte si compiano anche quando questi centri superiori siano eliminati. Ma di essi già parlammo ampiamente più sopra.

grilli, crostacei, insetti, echinodermi, ecc.), i quali, in certi casi, per via riflessa, possono perfino amputarsi un arto per mezzo di speciali contrazioni dei muscoli.

Al di sopra del midollo spinale troviamo un altro organo, il quale è pure centro di riflessi più complessi. È questo il midollo allungato, dal quale, come già dicemmo, si distaccano molteplici nervi, e che è in rapporto con molte funzioni regolatrici dell'organismo, quali: la secrezione delle ghiandole salivari, gastriche, intestinali, ecc; la masticazione; la deglutizione; il movimento delle palpebre; il vomito; il sudore, lo starnuto, il riso, il singhiozzo; la secrezione lagrimale, la respirazione, la circolazione sanguigna, ecc. A ciascuna di queste funzioni presiede un centro speciale. I movimenti cardiaci hanno poi due centri, uno dei quali tende ad aumentare la frequenza dei battiti, mentre l'altro tende a diminuirla.

Alcuni riflessi sono determinati da eccitazioni periferiche, altri da eccitamenti diretti dei nervi, per il formarsi di sostanze speciali che tendano a diminuire l'attività inibitrice di questi centri. Così, se aumenta l'anidride carbonica nel sangue, essa eccita centri speciali e partono da questi allora degli impulsi ai muscoli della respirazione e questa si accelera.

Le funzioni del cervelletto furono fino a pochi anni or sono ignorate: si spaziava, per definirle, nel campo delle pure ipotesi, non suffragate per nulla dalla prova sperimentale.

Quale sia la struttura del cervelletto già dicemmo: esso è collegato per mezzo di tre peduncoli di sostanza bianca parti al cervello, al ponte e al midollo allungato. Tali peduncoli sono costituiti da fibre nervose, le quali portano gli impulsi dal midollo e dalla corteccia cerebrale al cervelletto. Altri impulsi per fibre efferenti il cervelletto, a sua volta, manda a tutte le parti del sistema nervoso. Il cervelletto è poi anche particolarmente collegato con l'apparecchio vestibolare.

Secondo recenti lavori il cervelletto presiederebbe alla funzione di coordinare i nostri movimenti, funzione che sarebbe posta in rilievo dall'osservazione di parecchi casi clinici di lesione al cervelletto. Infatti tali ammalati presentano dei disturbi notevoli nella locomozione, essi cioè camminano come ubriachi, tendono a cadere all'indietro, soffrono di vertigini, di cefalgie intensissime. I disturbi loro si affermano se sono coricati.

Secondo il Luciani esso è inoltre un organo di riserva, di rinforzo, il quale manda continuamente degli impulsi a tutto il sistema nervoso e ne accresce la forza. Così se i muscoli possono muoversi senza tremore, ciò si deve ai continui impulsi del cervelletto. Ed infatti, nell'animale privato del cervelletto, il sistema muscolare si presenta più debole (astenia), il tono muscolare, cioè quel grado di tensione che è posseduto dai muscoli resta diminuito, i movimenti non sono più continui ma a scosse (astasia).

Quanto al cervello, esso è ritenuto oggidì il substrato organico dei processi psichici. Già Ippocrate aveva osservato il parallelismo che esiste fra le alterazioni delle manifestazioni psichiche e le condizioni patologiche del cervello. Ma tali nozioni non erano come lo sono oggidì diffuse. Aristotile, credeva, ad esempio, che il cervello servisse a raffreddare il sangue, come già abbiamo avuto occasione di ricordare.

Ma se il rapporto fra processi psichici ed attività cerebrale già era stato da alcuni rilevato, ben più difficile era stabilire la funzione specifica del cervello, e ciò perchè il cervello è uno degli organi più muti nelle sue funzioni, un organo che non ci dà mai segno del suo lavoro.

Il problema del riconoscimento delle funzioni speciali delle diverse parti del cervello si avviò verso una soluzione da quando si incominciò a dare maggior importanza alle osservazioni analitiche di casi clinici ed alle esperienze dirette.

Nel 1870 Hitzig e Fritsch dopo aver posto allo scoperto la corteccia cerebrale del cane stimolarono con la corrente galvanica certi punti e osservarono che l'animale reagiva agli stimoli con speciali movimenti, a seconda dei punti stimolati: determinarono in tal modo l'esistenza di zone e centri motori nella corteccia stessa. Esperienze successive, ripetute su parecchi animali, dimostrarono, che ciascuna regione motoria dell'organismo trova

nel cervello un corrispondente centro speciale,

in corrispondenza di certe circonvoluzioni. Notevoli contributi portarono su questo argomento altri ricercatori, tra i quali particolarmente Beevor, Horsley e Sherrington che sperimentarono sulle scimmie antropoidi (Fig. 237).

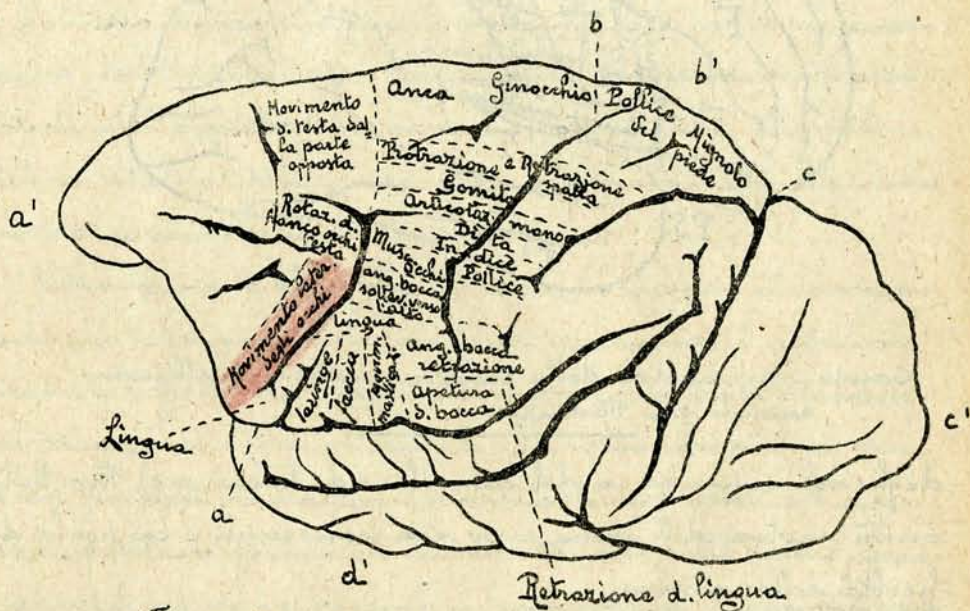
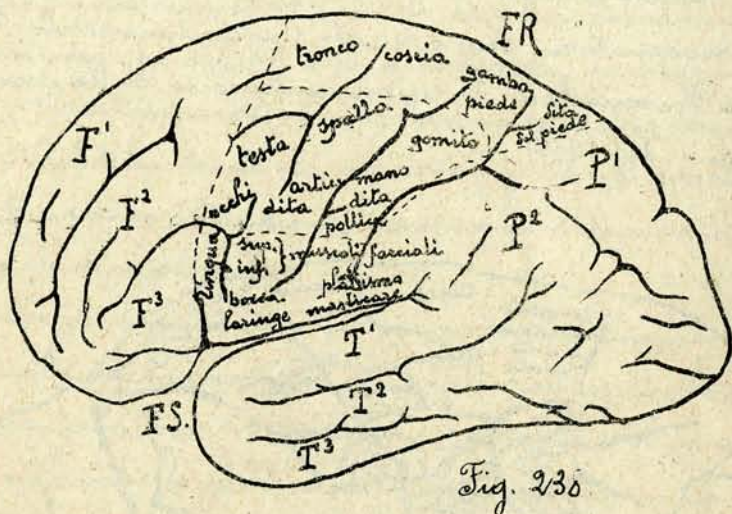



Fig. 237.

Campi centromotori della corteccia cerebrale di Macacus sinicus, secondo Horsley e Beevor.
a, scissura di Silvio; b, scissura di Rolando; c, scissura perpendicolare esterna; a', lobo frontale; b', lobo parietale; c', lobo occipitale; d', lobo temporale.

I centri motori nell'uomo hanno la loro sede intorno alla scissura Rolandica e nelle circonvoluzioni post e prerolandica (regione psico-motrice) (Fig. 238), con la stessa disposizione rilevata nelle scimmie e cioè: più in alto

sono situati i centri motori degli arti inferiori, più in basso sono situati quelli del dorso, più in basso ancora quelli

Fig. 230

Campi centromotori della corteccia cerebrale dell'uomo, secondo von Monakow.

---

degli arti superiori e del capo (faccia, bocca, ecc). Non tutti i centri motori dell'uomo sono ora conosciuti e ciò per la difficoltà della ricerca.

Per ciò che concerne i centri sensitivi per le sensazioni di movimento, per le sensazioni tattili, dolorifiche, e termiche, si suppone, in base a dati attendibili. che i loro centri abbiano una distribuzione in parte in comune con quella dei centri motori, preferibilmente però essi siano localizzati nella circonvoluzione postrolandica.

Per lo studio di altri centri sensitivi, non potendosi far uso delle stimolazioni elettriche per la loro determinazione, si procedette col metodo dell'estirpazione di certe zone, mu=

stilando parzialmente il cervello, il che doveva portare gli animali così operati alla manifestazione di evidenti sintomi di insufficienza per certe funzioni. Ed infatti, con questo sistema di successive ablazioni si potè localizzare ad un dipresso il centro visivo nella circonvoluzione del cuneo, il centro delle sensazioni uditive nella prima circonvoluzione del lobo temporale, quello delle olfattive nella circonvoluzione dell'ippocampo. Non si potè determinare finora la sede del centro delle sensazioni gustative. Da alcuni si ritiene che esso abbia sede nella estremità inferiore della seconda circonvoluzione temporale.

Estendendo le ricerche, il Luciani osservò che asportando un lobo occipitale ad una scimmia, l'animale diventava affetto da cecità psichica, cioè pur vedendoli non riconosceva più gli oggetti. Per riconoscere ad esempio dei pezzetti di sughero frammisti ad acini d'uva, doveva portarli prima in bocca. Anche nell'uomo sono localizzati in zone speciali i fenomeni di cecità psichica. Si danno esempi di cecità psichiche limitate a certi gruppi di oggetti; un soggetto ad esempio non riconosce più le parole scritte, non può quindi più leggere. In questo caso si parla di cecità verbale; il centro corrispondente ha sede, secondo alcuni, nel lobulo della piega curva.

Si può anche riscontrare dei casi di sordità psichica quando l'animale non riconosce più i suoni. Nell'uomo tale sordità può essere limitata ad una mancanza di comprensione delle parole e si ha allora la cosidetta

sordità verbale.

La fig. 239 riporta le varie zone riscontrate come centro delle diverse funzioni psichiche e vi si scorge come esse siano localizzate in ben determinati punti facilmente riscontrabili nel cervello.

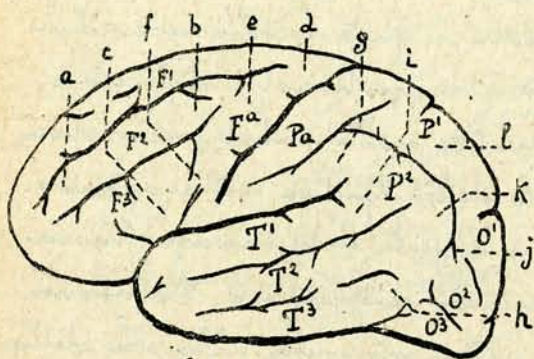



Fig. 239 -

Topografia dei sintomi di localizzazione dei tumori della convessità del cervello. - (Raymond).
a - zona dei fenomeni di demenza; b, zona dell'agrafia; c - zona dell'afasia motrice; d, zona della paralisi degli arti inferiori; e, zona della paralisi degli arti superiori; f, " " " della faccia, della lingua, della laringe; g - zona della ptosi corticale; h, zona della sordità psichica; i, zona della sordità verbale; j - zona dell'afasia ottica; K - zona della cecità verbale ordinaria; l - zona dell'anestesia muscolare.

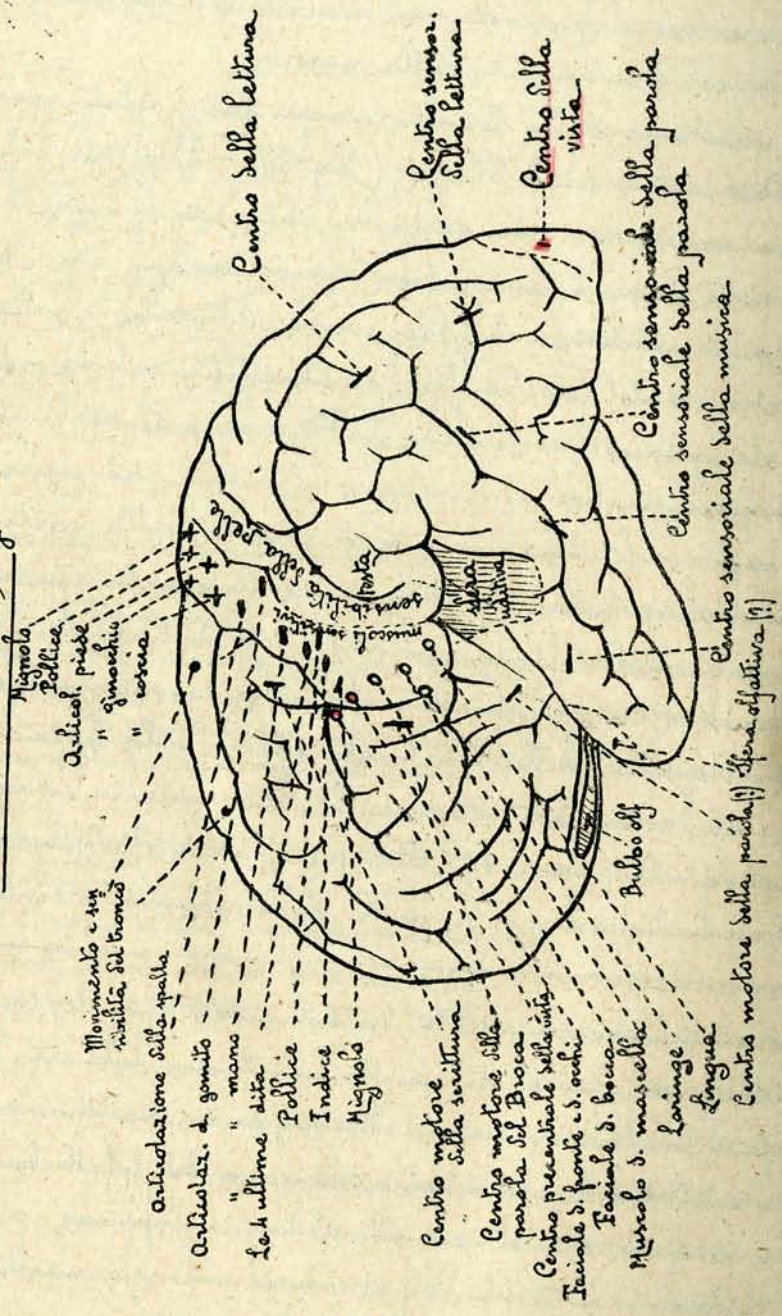
Parecchi centri psichici speciali intervengono in funzioni psichiche complesse. Sono state particolarmente studiate a questo riguardo le funzioni del linguaggio e della scrittura, per le quali si potè stabilire approssimativamente l'esistenza di parecchi centri coordinati fra di loro. Così si parla di un centro per le immagini verbali acustiche (1ª temporale), di un centro per le immagini verbali visive (piega curva), di un centro per le immagini di movimenti per l'articolazione della parola (piede della terza circonvoluzione frontale: centro di Broca) ed infine

di un centro per i movimenti necessari per la scrittura. Quando questo sia leso il paziente non riesce più a scrivere pur avendo integri i movimenti della mano.

La questione delle localizzazioni fu portata innanzi con altro metodo dal Flechsig (Fig. 240). Il quale colorando le fibre nervose con una sostanza chimica speciale, l'ematissilina, potè studiare in qual[illegible] ordine vadano rivestendosi della guaina mielinica le fibre nervose durante lo sviluppo dell'embrione e del feto. Poichè l'ematossilina colora intensamente la guaina mielinica, il Flechsig potè stabilire che i diversi fasci di fibre si rivestono in epoche successive di codesta guaina (1), che cioè i diversi centri della corteccia cerebrale divengono capaci di funzione in epoche successive (legge mielogenetica fondamentale). Egli distinse, da codesto punto di vista, tre gruppi di centri ed a seconda dell'epoca precoce o tardiva della loro maturazione alla funzione, in primordiali, intermedî, terminali. Essi sono in complesso 36 (secondo altri circa 80). Dal punto di vista funzionale il Flechsig li distinse poi in centri di proiezione e centri di

---

(1) Prime a mielinizzarsi sono le fibre del midollo spinale; vengono poi quelle della parte inferiore del cervello (nel 5° mese della vita fetale) e in seguito le altre. Secondo il Flechsig vi è parallelismo tra lo sviluppo intellettuale e la mielinizzazione. Ed infatti le varie funzioni psichiche che nel neonato subito si sviluppano, si hanno perchè le fibre dei centri che vi presiedono sono già mielinizzate. La teoria del Flechsig è quindi sotto molti aspetti vera.

Fig. 240 - Localizzazione nella corteccia cerebrale dell'uomo. Secondo Flechsig

associazione.

I primi sono quelli dai quali si dipartono le fibre che pongono in rapporto il cervello con le altri parti dell'organismo. Appartengono ad essi i centri motori e i sensitivi, che hanno la loro sede in quelle zone che erano già state studiate in antecedenza con altri metodi di ricerca.

I secondi sono ultimi ad organizzarsi; furono localizzati dal Flechsig nel lobo parietale (zona associativa posteriore) e nella parte anteriore del frontale (zona associativa anteriore). In questa sezione il Flechsig colloca, concordemente alle idee del Wundt e del nostro Bianchi, la sede dei processi appercettivi (1). Le osservazioni cliniche fondate sull'analisi psicologica dell'alterazione nelle funzioni psichiche che sopravvengono nei casi di lesioni dei lobi frontali confermano tale modo di vedere. È particolarmente noto fra gli altri il caso di un operaio che aveva avuto attraversato da una sbarra di ferro il lobo frontale. L'operaio si ristabilì e dopo la lesione non residuò alcun segno di paralisi, ma il carattere dell'infortunato fu completamente alterato; e se le sue manifestazioni intelettuali erano infantili egli dimostrava conservati

---

(1) - Che sia questa la sede dei processi psichici superiori lo prova all'evidenza il fatto che i lobi frontali, mentre sono sviluppatissimi nell'uomo, sono appena accennati nelle scimmie superiori, che pure sono gli animali posti più in alto della scala zoologica, al disotto dell'uomo.

gli istinti e le passioni proprie dell'uomo adulto.

I centri associativi sono messi in comunicazione fra di loro e coi centri di proiezione dalle fibre (associative), che pongano in rapporto una circonvoluzione con l'altra ed anche un emisfero con l'altro (attraverso la zona radiata e il corpo calloso), fibre che trasportano in essi, perchè vengano associate ed elaborate, le sensazioni che giungono ai centri di proiezione (figg. 241, 242).

Fig. 241

Schema delle fibre commessurali intraemisferiche.-
a - Estremità anteriore dell'emisfero sinistro; b sua estremità posteriore; c, scissura di Silvio, d lobo temporale; 1 - fascio longitudinale della circonvoluzione limbica, 2 fascio longitudinale superiore, 3, fascio longitudinale inferiore; 4 fascio unciforme, 5,5, fibre arcuate ed uniformi.

Dopo quanto esponemmo circa le funzioni di tutto il sistema nervoso in generale e del cervello in particolare, possiamo affermare che l'intero cervello è la sede della coscienza o dell'anima. Non si tratta però dell'anima metafisica, della monade, del noûs, che debba trovare nel mantello cerebrale la sua localizzazione;

è impossibile che la scienza possa procedere ad una siffatta ricerca. Ciò che noi studiamo è l'anima intesa come forza, che rende l'uomo capace di orientarsi, di svilupparsi, di mettersi a contatto con l'ambiente; e la studiamo nelle sue manifestazioni, e cioè nei varî processi psichici ai quali queste manifestazioni sono legate. In questo senso soltanto diciamo che la corteccia è la sede dell'anima.

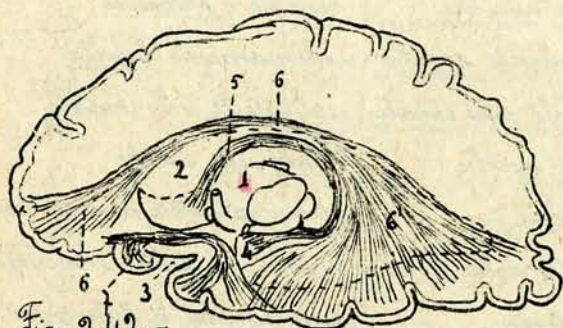



Fig. 242.-
Il fascio occipito-frontale, veduto dalla sua faccia interna (v. Dejerine).
1- Talamo ottico; 2 nucleo caudato, 3- nucleo amigdaloideo; 4, scissura di Silvio; 5.- tenia semicircolare, 6.6- fascio occipito-frontale; 7.- fascio unciforme.

Fine

Pagina	linea	Errata	Corrige
3	3	due grandi di studio	due grandi campi di studio
3	19	lo scienzato	lo scienziato
4	10	non deve variare	non deve varcare
5	8	intimamente segata	intimamente legata
7	20	virtualiste sono innate	virtualiter sono innate
8	9	ottenuto anche	contenuto anche
10	1	suo scopo	al suo carattere ed al suo scopo
10	8	esterna o della conoscenza mediata	interna o della conoscenza immediata, a differenza dalla prima, che si definisce come scienza dell'esperienza esterna o della conoscenza mediata.
14	16	Gli stimoli interni	Gli stimoli esterni
14	25	la parte vetriva	la parte petrosa
16	9	ganghi sottocorticali	ganglii sottocorticali
16	11	i detti ganghi	i detti ganglii
16	12	i grossi ganghi	i grossi ganglii
36	3	cellule ; 6-	cellule bipolari ; 6-
36	20-22	agli eccita.... a venti anni	agli eccitamenti esterni. Si credeva fino a venti anni.
37		nella fig. 10 la numerazione dei vari strati va corretta in senso inverso e cioè X invece di I; IX invece di II; ecc.	
41	18	.... ottici	I due nervi ottici
56	1	Se le mescoliamo	Se mescoliamo
58	26	dicono che	dicono

Pagina	linea	Errata	Corrige
63	11	.... tare di quello	..... tare a quello
63	13	se ben si.....	se ben si considera
63	14	la conferma......	la conferma in altra
63	15	dell'esperimento....	dell'esperimento preceden =
81	14	mentre nel rosso-verde	mentre nella rosso-verde
81	22	sostanze, osservan	sostanze, osservando
84	2	grado di esso è sportato	grado di esso è spostato
97	13	il corpo vitreo l'indice	il corpo vitreo. L'indice
100	Fig. 45	la lente biconvessa c	la lente biconcava c
100	" 46	la lente biconcava c	la lente biconvessa c
107	24	(nell'andito	(nell'ambito
110	21	fusione psichica, secondo	fusione psichica. Secondo
113	10	la figura di una pirami-de	alla figura l'impressione di una piramide
115	12	Debboeuf	Delboeuf
127	15	una specchiatura com-pleta	una specchiatura in= completa
128	18	è assunto	è assurto
129	20	dove n rappresen	dove u rappresen
130	6	non è ancora risolta	non è ancora risolto.
137	Fig. 92	alla finestra rotonda	alla finestra ovale
141	" 93	....	Fig. 93 Due pilastri dell'organo del Corti
144	" 102	provenienti dal mondo	provenienti dal mondo esterno
145	22	gli scrosci della piazza	gli scrosci della pioggia
146	23	diversi secondo......	diversi secondo la natura
147	7	le sue metà	le due metà

Pagina	linea	Errata	Corrige
148	10	....	-tura più ampia serve a raccogliere le
149	14-16	....	vengono emesse allora si combinano fra loro e si forma una nuova.
150	12	eguale ad un	uguale ad un terzo della prima b
155	4	-pale b....	-pale b + t
155	22	che partono prima	che partono dalla prima
155	23	alla secondo, la quale	alla seconda, la quale
158	18	-cali..... formate	-cali sono formate
167	15-16	i punti dolori fisici	i punti dolorifici
168	Fig. 123	3 suo bulbo radico	3 suo bulbo
169	8	Quest'ultima è caratterizzata	Quest'ultimo è caratterizzato
169	12	in vascolari e nervosi	in vascolari e nervose
169	15	vascolari per	vascolari però
170	Fig. 125	Meissne...	Meissner bilobato
171	11	ed altri si trovano in quasi tutte (fig. 127)	ed altri. I corpuscoli di Pacini (fig 127) si trovano in quasi tutte
174	Fig. 130	Le.....	Le fibre nervose dai grandi gangli.
177	Fig. 131 linea 9	il pezzo terminale S	il pezzo terminale d
184	4	stiloideo dell'ulno	stiloideo dell'ulna
186	10	aggiunge a quella	aggiunge a quella tattile
193	7	e....... tra i polpastrelli	e si interpone tra i polpastrelli
200	8	Tali formazioni	tali formazioni
200	9	frontali e sferoidali	frontali e sfenoidali
200	Fig. 143	(Ripetiamo la fig. 143 perchè il litografo, vedendola una macchia, cancellò la macchia olfattiva della figura)	

Pagina	Linea	Errata	Corrige
202	16	al cervello che si può dire	al cervello per cui si può dire
204	3	d'aria d'aria che attraversa	d'aria che attraversa
216	21	le pupille circonvallate	le papille circonvallate
217	2	le papille.....	le papille coniche e filiformi
217	7	le papille caniche	le papille coniche
217	11	scoperte guasi	scoperte quasi
220	8	fino all'epuglottide	fino all'epiglottide
220	10	dell'utola nel pelastro	dell'uvola, nel pilastro
221	2	sono provviste di cailci	sono provviste di calici
221	12	sostanze capide	sostanze sapide
221	15	usando metadi più fini	usando metodi più fini
223	5	per salato	per il salato
225	5	a queste il......	a queste il Bairi
225	15	.... si associano	= nerale si associano
225	17	.... con una componente	miste con una componente
228	tabella	(il valore di soglia dell'amaro per la metà del bordo linguale = 0,0003)	
229	22	di posizione di	di posizione
230	12	gli organi....	gli organi specifici
230	16	dipendessero	dipendano
240	7	che si lega attorno	che si legano attorno
240	8	capsula portante	capsule che stanno in comunicazione con una uguale capsula, portante
240	9	che registra	la quale registra
241	2	regist..trice del Marey	registratrice del Marey

Pagina	linea	Errata	Corrige
242	13	boccetta....	boccetta; le altre
243	1	che si trovano	due si trovano
245	24	il sangue....	il sangue carico
245	25	del corpo....	del corpo. Il cuore infine
245	26	per un'azione.....	per un'azione propria, ma i suoi movimen=
262	15	cui tutto favorisce	un tutto favorisce
262	24	ai movimenti ritmici	a I movimenti mimici
266	19	un movimento d'e-spressione	un movimento d'espres-sione
267	9	Gesti della mano na-poletana	Gesti napoletani della mano
268	fig. 184	Gesti della mano nord-americana	Gesti nord-americani della mano
273	20	indifferenti dal volere	indipendenti dal volere
274	23	delli processi psichici	delli processi materiali sono l'unica realtà delle cose e però i processi psichici
275	3	segnandolo nella esperien-za	seguendolo nella esperienza
277	26	effetti esterni, che pagano	effetti esterni che pongo=
278	1	=no, fino all'amozione	=no, fino all'emozione
281 291	7	fin dal movimento	fin dal momento
293	25	e fisico psichici	e psicofisici
295	16	che il tempo	che i tempi
296	13	dell'Osservatore	dell'Osservatorio

Pagina	linea	Errata	Corrige
307	ultima	sensazione	reazione
308	4	Si notino inoltre	Si noti inoltre
309	4 - 5	Quando allo stimolo facevamo	Quando allo stimolo facciamo
310	1	in .... dei motivi	in conformità dei motivi
314	10	diventa inconveniente	diventa incosciente.
320	14	aumentano notevolmente	aumenta notevolmente
364	19	quattro piante con fiori rossi	quattro piante, due con fiori rossi

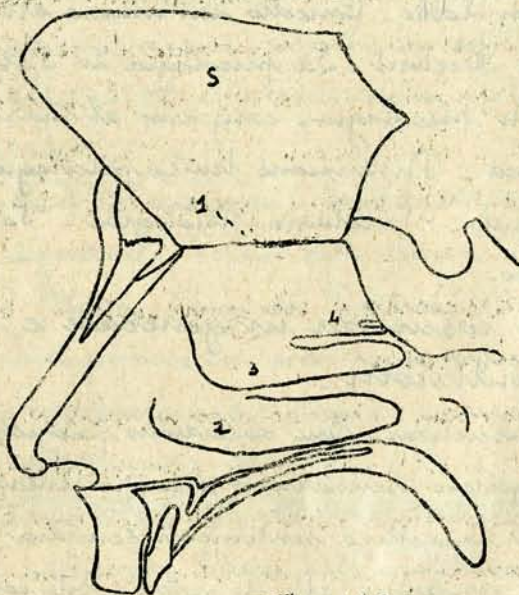



Fig. 143

Grandezza dell'epitelio olfattivo nel naso.
(sec. v. Brun)

Indice Sommario

Parte Prima

Parte Seconda.

Le sensazioni uditive

3. Condizioni anatomico-fisiologiche

Sensazioni varie.

Parte terza

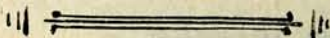
Atti impulsivi - Atti arbitrarii e atti di scelta - Decisione e risoluzione. Sentimenti di attività. Indebolimento delle emozioni a causa di processi intellettuali - Atti di volere interni - Evoluzione re pressiva dei processi di volere. I processi di volere divenuti processi meccanici - I processi riflessi - Carattere di finalità dei riflessi - Relazione tra atti impulsivi - volontari e riflessi - Esperienza sulla rana in merito ai vari movimenti volontari e riflessi - Libero volere e libero agire.

Parte IV.

La connessione delle formazioni psichiche

Funzione del midollo allungato - Funzione del cervelletto - Funzione del cervello - Ricerche di Heitzig e Fritsch, di Horsley e Beevor. Localizzazioni cerebrali - Disposizioni dei centri motori nel cervello delle scimmie e dell'uomo - Centri sensoriali - Ricerche del Fleichsig La legge della mielinizzazione - Centri di proiezione e centri di associazione - La corteccia cerebrale sede della coscienza -

Errata corrige

Pag 432

anno 1919-1920

Carlo Servetti